Amatérské RADIO

NOSITEL VYZNAMENÁNÍ ZA BRANNOU VÝCHOVU I. a II. STUPNĚ



ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XXXVI (LXV) 1987

Konstrukční příloha
Obsah

Amatérské radio
Konstrukční příloha

Vydává ÚV Svazarmu, Opletalova 29, 116 31 Praha 1, tel. 22 25 49 ve Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51—7. Šéfredaktor ing. Jan Klabal, OK1UKA, zástupce Luboš Kalousek, OK1FAC. Redakční rada: předseda ing. J. T. Hyan, členové: RNDr. V. Brunnhofer, OK1HAQ, V. Brzák, OK1DDK, K. Donát, OK1DY, ing. O. Filippi, V. Gazda, A. Glanc, OK1GW, pplk. ing. F. Hanáček, P. Horák, Z. Hradiský, J. Hudec, OK1RE, ing. J. Jaroš, ing. J. Kolmer, ing. F. Králík, RNDr. L. Kryška, CSc., J. Kroupa, V. Němec, ing. O. Petráček, OK1NB, ing. Z. Prošek, ing. F. Smolík, OK1ASF, ing. E. Smutný, pplk. ing. F. Šimek, OK1FSI, ing. M. Šredl, OK1NL, doc. ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG, J. Vorlíček. Redakce: Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51—7, ing. J. Klabal, OK1UKA, l. 354, L. Kalousek, OK1FAC, ing. P. Engel, A. Hofhans l. 353, ing. A. Myslík, OK1AMY, P. Havliš, OK1PFM, l. 348, sekretariát T. Trnková l. 355.
Rozšiřuje PNS, objednávky do zahraničí vyřizuje rovněž PNS — ústřední expedice a dovoz tisku, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 9, 160 00 Praha 6. V jednotkách ozbrojených sil rozšiřuje Vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51—7, l. 294.
Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Rukopisy odevzdány tiskárně v září 1987, tato Konstrukční příloha má podle plánu vyjít v prosinci 1987. Cena jednoho výtisku 10 Kčs.

Branná výchova ve Svazarmu

Ing. Jan Klabal

Základní právní dokument Ústava Československé socialistické republiky, vytyčuje z hlediska rozvoje socialistické společnosti a zajištění její obrany dvě základní občanské povinnosti. Práci ve prospěch celku jako přední povinnost a obranu vlasti a jejího socialistického zřízení jako vrcholnou povinnost a věc cti. Stanovení těchto základních povinností vyplývá ze zásady, že další výstavba socialistické společnosti je neoddělitelná od zabezpečení její obrany.

Zákon č. 40/1961 Sb. o obraně ČSSR konkretizuje obecná ustanovení socialistické ústavy o obranné funkci státu. Je v něm definována obrana republiky jako souhrn opatření pro zabezpečení obranyschopnosti země v míru i ve válce na všech úsecích hospodářského a společenského života. Těmito opatřeními jsou především budování ozbrojených sil a zvyšování jejich bojové pohotovosti v souladu s požadavky soudobého vojenství a v občanské sféře opatření k obraně v krajích a okresech, a komplexně pojatá branná výchova občanů.

Mimořádný význam pro realizaci cílů branné výchovy občanů má akční jednota všech zainteresovaných institucí a jejich ideově politická angažovanost zaměřená k uskutečňování branné politiky KSČ. Tato akční jednota vychází z usnesení předsednictva ÚV KSČ k Jednotnému systému branné výchovy obyvatelstva ČSSR ze dne 19. března 1971 a je koncipována jako jednotná, otevřená a dynamická soustava, respektující princip vedoucí úlohy KSČ i odpovědnost státních orgánů za řízení branné výchovy obyvatelstva.

Stanovení cílů, obsahu a rozsahu branné výchovy, způsob jejího řízení, práva a povinnosti orgánů a organizací i jednotlivých účastníků zabezpečuje zákon o branné výchově č. 73/1973 Sb. Hlavním cílem branné výchovy stanoveným zákonem je dosáhnout, aby každý občan ČSSR cítil vysokou odpovědnost za osud své socialistické vlasti, byl vždy připraven postavit se na její obranu a obětavě bojovat za její svobodu a nezávislost.

Obsahem branné výchovy je soustavně utvářet, prohlubovat a upevňovat socialistické vlastenectví, proletářský internacionalismus a uvědomělý vztah občanů k obraně ČSSR. K tomu získávat potřebné odborné a technické vědomosti, dovednosti a návyky, fyzickou zdatnost a psychickou odolnost.

Branná výchova zahrnuje brannou výchovu žáků, učňů a studentů, přípravu branců, brannou přípravu vojáků v záloze, přípravu občanů k civilní obraně, zájmovou brannou činnost a další činnosti směřující ke stanoveným cílům branné výchovy. Je nedílnou součástí komunistické výchovy občanů a její strukturu tvoří čtyři základní složky:
— morálně politická,
— odborně technická,
— sportovně tělovýchovná,
— psychologická.

K získání široké veřejnosti k aktivní účasti na branné výchově je věcí branné propagandy, která v sobě zahrnuje i popularizaci Československé lidové armády ve společnosti.

Požadavek na další zvýšení úrovně branné propagandy a účinnější popularizace ČSLA ve společnosti vychází z usnesení předsednictva ÚV KSČ ze dne 26. 4. 1978. Usnesení bylo motivováno objektivní potřebou stále cílevědoměji a na kvalitativně vyšší úrovni prohlubovat jednotu armády a lidu, jednotu výstavby a obrany socialismu. Základní cestou, jak realizovat toto usnesení předsednictva ÚV KSČ, je především cílevědomější práce s dokumentem o Jednotném systému branné výchovy obyvatelstva ČSSR a se závěry stranických a státních orgánů k otázkám branné politiky KSČ, zejména v těch složkách Národní fronty, které se na naplňování těchto úkolů přímo podílejí. Jednou z těchto stěžejních složek je Svaz pro spolupráci s armádou, jako jednotná, dobrovolná, branná společenská organizace, která pod vedením KSČ pomáhá československým ozbrojeným silám při zajišťování branných úkolů a v přípravě občanů na obranu své vlasti.

Svaz pro spolupráci s armádou — Svazarm — byl vytvořen na základě zákona č. 92/1951 Sb. 2. listopadu 1951 jako jednotná, dobrovolná, branná společenská organizace Národní fronty, která pod vedením KSČ pomáhá československým ozbrojeným silám při zajišťování branných úkolů a v přípravě občanů na obranu země. Ve své činnosti se řídí programem vojenské politiky KSČ, jejími usneseními a usneseními ústavních orgánů ČSSR.

Pro výstavbu a činnost Svazarmu má zásadní význam přijetí usnesení předsednictva ÚV KSČ o Jednotném systému branné výchovy obyvatelstva a O úkolech Svazu pro spolupráci s armádou a směrech jeho dalšího rozvoje z 30. března 1973. Na jejich základě Svazarm plní tři základní funkce: politickovýchovnou, výcvikovou a branně sportovní. Aktivně také přispívá k plnění budovatelských úkolů a k rozvoji společenského a politického života.

Základní složkou v práci Svazarmu, organicky prolínající všechny zájmové, hlavně technické a sportovní činnosti, představuje politickovýchovná práce. Jejím cílem je výchova členů, zejména mládeže, v třídně politicky uvědomělé budovatele a obránce socialistické vlasti.

Výcviková funkce Svazarmu se realizuje v plnění úkolů při přípravě branců, ve zdokonalovací přípravě záloh a v přípravě obyvatelstva k civilní obraně. Podle zákona o branné výchově je Svazarm za brannou přípravu branců plně odpovědný, což dokazuje také to, že dvouletým cyklem základní přípravy a odborného výcviku prochází 80 až 85 procent branců.

Brance do výcviku ve Svazarmu předávají národní výbory převážně již slavnostním způsobem v součinnosti s organizacemi Národní fronty, vedením závodů, škol, za účasti představitelů stranických, státních, společenských

orgánů a organizací, ČSLA a rodičů branců.

Příprava branců se koná ve výcvikových střediscích branců zřizovaných Svazarmem při vybraných závodech, ve střediskových obcích, městech, na středních školách a uskutečňuje se ve dvou výcvikových obdobích.

— První výcvikové období začíná 1. lednem roku, v němž branec dovrší 18 let a končí odvodním řízením.
— Druhé výcvikové období začíná po odvodním řízení a končí nástupem odvedence do základní vojenské služby.

Příprava branců se realizuje politickovýchovnou prací, vojenskotechnickou a odbornou přípravou.

Hlavním úkolem politickovýchovné práce s branci je přispívat k formování branných stránek marxisticko-leninského světového názoru, rozvíjet socialistické přesvědčení, prohlubovat socialistické vlastenectví a internacionalismus. Napomáhat výchově uvědomělého budovatele a obránce socialistické vlasti, rozvíjet aktivní přístup k plnění úkolů v předvojenské přípravě. Utvářet uvědomělý vztah k ČSLA a ostatním armádám států Varšavské smlouvy, k vojenské službě a vojenskému povolání.

Hlavním úkolem vojenskoodborné a technické přípravy branců je rozvíjet jejich branné a technické vědomosti, dovednosti a návyky potřebné k výkonu vojenské služby, upevňovat kázeň, pořadové vystupování, zvyšovat tělesnou zdatnost a psychickou odolnost.

Vedle základní přípravy se ve druhém výcvikovém období u části vybraných branců provádí speciální příprava pro vojenské odbornosti řidičů, radistů provozního a technického směru, operátorů radiolokátorů, průzkumníků, výsadkářů a psovodů.

Výchova a výcvik branců ve Svazarmu organizují a provádějí dobrovolní pracovníci, převážně důstojníci a praporčíci v záloze a funkcionářský aktiv Svazarmu. Aktivně se na nich podílejí i příslušníci ČSLA, Lidových milicí a Sboru národní bezpečnosti.

Branný zákon č. 92/1949 Sb. (úplné znění zák. č. 121/1978 Sb.) upravuje úkoly, složení a organizaci ozbrojených sil a brannou povinnost občanů. I když stěžejní část tohoto zákona je směrována do ČSLA, také pro Svazarm z něj vyplývají nemalé povinnosti, a to nejen při přípravě, ale i ve výcviku branců k plnění úkolů při obraně socialistické vlasti. Armáda se na výcviku branců podílí v jednotlivých výcvikových střediscích činností vojenských zkušebních komisařů. Společnou činností obou orgánů, tj. vojenského zkušebního komisaře a svazarmovského cvičitele, jsou uplatňovány společné principy a požadavky na výcvik v příslušných odbornostech tak, aby byly v souladu s požadavky ČSLA.

V dubnu 1987 se uskutečnilo 8. společné zasedání federálního ústředního výboru a českého i slovenského ústředního výboru Svazarmu, které mělo na pořadu jednání „Podíl Svazarmu na plnění úkolů ve prospěch ČSLA". Toto zasedání konstatovalo, ve zprávě přednesené předsedou ÚV Svazarmu generálporučíkem Václavem Horáčkem, že výsledky plnění úkolů ve prospěch ČSLA tak, jak je stanovila rezoluce VII. celostátního sjezdu Svazarmu, který se konal koncem roku 1983, díky trvalé pozornosti ÚV KSČ, mnohostrannější a účinnější pomoci velení a politických orgánů ČSLA, soustředěnějšímu úsilí orgánů a organizací Svazarmu a kvalitnější práci samotných výcvikových středisek branců, mají požadovanou úroveň.

Do výcvikových středisek branců 1. a 2. výcvikového období je národními výbory a vojenskými správami v průměru zařazováno na 115 tisíc branců, kteří projdou základní přípravou. Téměř 60 tisíc je vycvičeno ve 2. výcvikovém období ve výcvikových střediscích specialistů. Výcvik je organizován v 1501 výcvikových střediscích a 2398 výcvikových četách. Příprava branců je dvouetapová, končící nástupním termínem 1. duben a 1. říjen. Systém přípravy branců i struktura výcvikových středisek umožňuje všem stupňům řízení s dostatečnou perspektivou budovat a modernizovat výcvikovou základnu, prosazovat perspektivnost do výběru a přípravy kádrů, rozvíjet a prohlubovat péči základních organizací Svazarmu o výcviková střediska.

Významným předpokladem pro zvyšování účinnosti politickovýchovné a masově politické práce je stabilizovaný aktiv politických pracovníků, jehož jádro tvoří 91 % komunistů, 46 % členů klubů důstojníků a praporčíků v záloze a 13 % vojáků z povolání a příslušníků Lidových milicí. Projevem účinnosti politickovýchovné, organizátorské a branně výcvikové práce s branci je, že z celkového počtu branců předaných národními výbory do výcviku, ukončí a úkoly splní v průměru 88 % branců. Téměř 95 % branců je zapojeno do socialistické soutěže, zaměřené k plnění programu výcviku, zvyšování fyzické připravenosti, budování učebně výcvikové základny, tvorbě výcvikových pomůcek a názorné agitace i zapojování se do činnosti v základních organizacích Svazarmu. Přes 70 % čet je trvale hodnoceno výtečně, ostatní dobře a na 30 % plní podmínky „Vzorný branec". Pro další zkvalitňování přípravy je žádoucí zvyšovat politickovýchovnou aktivitu a připravenost instruktorů.

VII. celostátní sjezd Svazarmu rovněž uložil konkrétní úkoly v oblasti přípravy k civilní obraně. Tyto úkoly rozpracovala Směrnice ÚV Svazarmu č. 20/85. Jde především o zvýšení podílu celé organizace na plnění těchto úkolů, o zvyšování zainteresovanosti základních organizací na výsledcích odborně technických zaměstnání a rozšíření forem a metod působení na nejširší veřejnost. Dále pak složky civilní obrany společně s národními výbory řeší problémy organizačního a materiálního zabezpečení výcviku a budování cvičných protitradičních úkrytů. Přípravu k civilní obraně zabezpečuje 2546 lektorů a cvičitelů, u nichž dochází ročně k 5% obměně.

Trvale je také ve Svazarmu věnována pozornost rozvoji Klubu důstojníků a praporčíků v záloze. Jejich činnost je organizována v 1269 klubech, ve kterých je zapojeno téměř 39 tisíc důstojníků a praporčíků v záloze.

Nedílnou součástí činnosti Svazarmu je také zájmová branná činnost, která umožňuje občanům, aby uplatňováním svých osobních schopností, předpokladů a zálib přispívali k plnění úkolů spojených s obranou socialistické vlasti. Je organizována v odbornostech: elektroakustika a videotechnika, kynologie, letectví a parašutismus, masově branné sporty, modelářství a střelectví, motorismus, potápěčství a branné vodáctví a radioamatérství. Rozvoji této oblasti věnuje Svazarm velkou pozornost a stále zřetelněji se projevuje tendence, kdy roste její celkový podíl na plnění celospolečenských úkolů a potřeb. Vedle úkolů v komunistické výchově pracujících, v dopravní výchově dětí a mládeže či tradiční státní reprezentaci vrcholových sportovců Svazarmu jde především o kvalifikovanou pomoc svazarmovských kolektivů v nejrůznějších oblastech národního hospodářství při plnění specifických opravárenských, výrobních i výzkumných úkolů. V zájmové branně technické činnosti Svazarmu se prosazuje stále výrazněji vědeckotechnický pokrok, který vyvolává potřebu vzniku nových odborností elektroniky i optoelektroniky, digitální, výpočetní a regulační techniky.

Aktuálními úkoly masového rozvoje zájmové branné činnosti se zabývalo 7. zasedání ÚV Svazarmu koncem roku 1986. Položilo důraz na skutečnost, že s požadavkem provádět brannou výchovu na dobrovolném základě nezbytně souvisí i úsilí za bohatě rozvinutou zájmovou činnost. Obsah činnosti Svazarmu tvoří v podstatě dva odlišné komplexy, a to plnění úkolů pro ČSLA a zájmová branná činnost. Trvalým poučením z minulosti zůstává, že preferování jen jednoho z obou komplexů činnosti vždy vedlo k deformaci poslání organizace, že skupinové a celospolečenské zájmy musí být v jednotě a ve vzájemných vztazích.

Zkušenosti potvrzují, že při důkladném plnění závěrů VII. sjezdu Svazarmu roste význam zájmové branné činnosti z hlediska plnění úkolů pro ČSLA. Jako přitažlivý program, který vychází z poslání a úkolů organizace, se osvědčují směry a úkoly dalšího rozvoje jednotlivých odborností. Vymezují obsah odborných činností tak, aby nedocházelo k neúčelnému narůstání činností vzdalujících organizaci od svého poslání. To i za situace, kdy dochází k výraznější orientaci na masovější rozvoj branně technických činností ve Svazarmu. Je to i reakce na posuny v zájmech veřejnosti a mládeže na technické obory, na které je žádoucí včas a správně reagovat. Tyto posuny je nutné směrovat především na mládež předbraneckého věku, aby se i u ní již vytvořily potřebné znalosti a návyky na plnění úkolů v odborně technické přípravě.

Rozhodující místo v uplatňování jednoty politické a odborné činnosti sehrává ve Svazarmu Branně výchovný aktiv. Především osobní angažovanost trenérů, cvičitelů a funkcionářů, kteří příkladem své osobní politické zralosti působí na sportovce, cvičence a další členy při výchově k aktivní podpoře komunistické strany, k odpovědnému, uvědomělému vztahu k brannosti a ozbrojeným silám, k vlastenectví a internacionální výchově.

Realizace zájmů jednotlivců a skupin v jednotě s branně výchovným posláním Svazarmu, v jednotě s celospolečenskými potřebami vychovávat členy Svazarmu v politicky uvědomělé a přesvědčené budovatele a obránce socialistické vlasti, vlastence a internacionalisty, upevňovat jejich socialistické přesvědčení a brannou angažovanost na základě uvědomělé dobrovolnosti, je tím základním a prvořadým úkolem Svazu pro spolupráci s armádou.



ZE ŽIVOTA SVAZARMU



Tomáš, OK2BNE, se svou XYL Janou, bez jejíž trpělivosti by hobby nemohlo přinášet tolik radosti

RADIOAMATÉR-KONSTRUKTÉR

Široké okno vede do zahrady. Do dálky se otevírá výhled na lány polí směrem k Vanovicím. Zadní stěnu pracovny zabírá rýsovací prkno, v čele je bytelný, rozložitý stůl, původně psací, nyní laboratorní. Zbytek pracovny, hlavně stěny, zabírají police a poličky s přístroji, dokumentací, věcmi a věcičkami, bez jakých se neobejde člověk, který něco dělá. To je laboratoř Tomáše Boháčka, OK2BNE, v Sudicích u Boskovic. Zde nabývají jeho myšlenky tvaru a podoby. Dostalo se jim uznání ve formě patentů: byly oceněny jakožto původní vyřešení problémů, znamenající technický pokrok. Boskovický ELITEX je továrna typicky strojařská, ve které před dvaceti léty o elektroniku nikdo neměl zájem. A že se tam teď elektronická zařízení dobře uplatňují, v tom právě má prsty Tomáš Boháček, OK2BNE.

x x x

Jako kluk natahoval doma dráty. Tatínek mu koupil transformátor a malý motor, Tomáš do něho pouštěl proud a motor se točil. V posledních chvílích války se ozývaly v polích mezi Sudicemi a Vanovicemi ohlušující detonace: destrukce německých tanků. Tomáš se tam pak vypravil a ukořistil startér, který vážil asi třicet kilogramů. Od svých jedenácti let četl časopisy Radioamatér a Krátké vlny. V učňovském středisku boskovické elektrárny se naučil převíjet motory. Pak přišla Mohelnice, Přerov, ČKD Praha a po vojně nastoupil v Minervě (dnes k. p. ELITEX) v Boskovicích. Na Tornu Eb přičichnul k amatérským pásmům, udělal zkoušku a vysílal. Když dostal třídu B, odložil telegrafní klíč (teď už ani neví, kde ho má) a dal se na SSB. Když stavěl první transceiver, vyvstal problém — kontakty pro přepínač. Vyřešil ho způsobem sobě vlastním: udělal si raznici, vyrobil kontakty a zkonstruoval přepínací systém podle své koncepce.

„Ať jsem stavěl cokoliv, nikdy jsem nekopíroval a nepajcoval zařízení jako celek. Od každého jsem převzal něco a nakonec z toho vznikla vlastní konstrukce," praví Tomáš Boháček. „Když se pro něco rozhodnu, prostuduji si všechnu dostupnou literaturu a sestavím blokové schéma. Navrhuji jednotlivé části a počítám. Ne všechno, ale hlavní parametry musím vypočítat, abych měl přehled a abych věděl, co od toho mohu čekat. Když to pak nejde podle výpočtů, bádám proč a snažím se přijít věci na kloub."

Tomášovi se také dostal do ruky dálnopis. Postavil konvertor a když to dobře psalo, zase dálnopis odložil. Věnoval se hlavně SSB a zaujaly ho debaty, které vedli OK1OO a OK1GW o SSTV. „Když se do něčeno ‚zažeru', tak pro mě neexistuje půlnoc," říká Tomáš a tak se dal do SSTV. „Mou první stanici jsem musel třikrát požádat, aby opakovala, než to začalo pořádně kreslit. Ale byl to pocit. Přenesení obrazu amatérskými prostředky, to je fantastická věc."

Ale SSTV se nedá pořídit bez osciloskopu. Postavil si tedy osciloskop pomalých dějů s dlouhodosvitovou obrazovkou a s časovou základnou od 1 ms do 10 s. Když už měl osciloskop, vyrobil i rozmítač od 100 kHz do 10 MHz. Také tělíska pro cívky si dělá sám: „Udělal jsem si formu, nasypu do ní prášek, ohřeju na vařiči, za tepla strčím do svěráku a zmáčknu. A mám kostřičku, cívky mají Q 120 až 160. Staří pánové se často vytahují, jak si sami vyráběli odpory a kondenzátory; my na tom nejsme o mnoho lépe."

Tomáš Boháček bydlí v Sudicích a do práce jezdí do Boskovic. Stará se

ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA (19)

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

194869
(11) (B1)

(51) Int. Cl.[2]
D 05 B 69/22

(22) Přihlášeno 08 03 74
(21) (PV 1689—74)

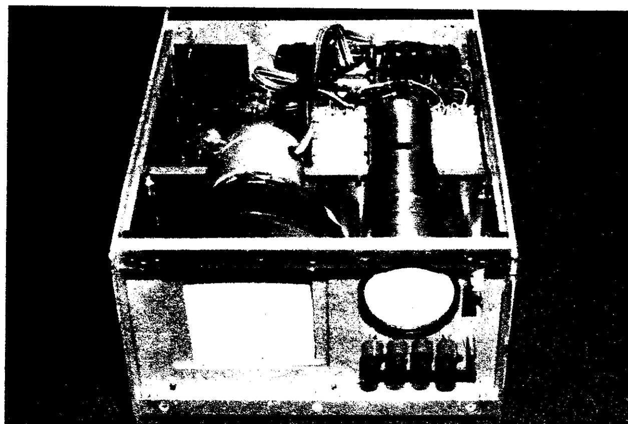
(40) Zveřejněno 28 04 79
(45) Vydáno 30 09 82

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

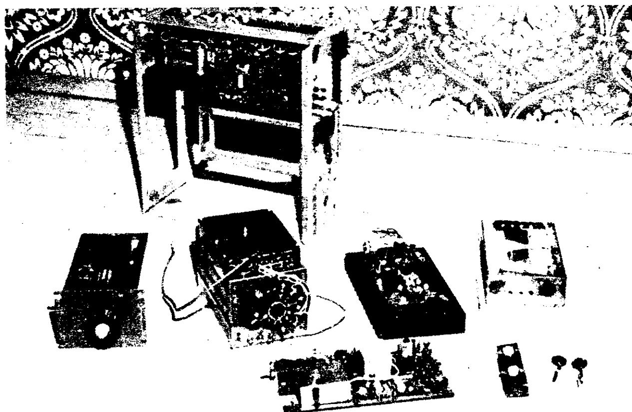
(75)
Autor vynálezu BOHÁČEK TOMÁŠ, Sudice

(54) Zařízení pro zastavení elektricky poháněného stroje v předem zvolené poloze pracovního ústrojí stroje, například v předem zvolené poloze jehly šicího stroje

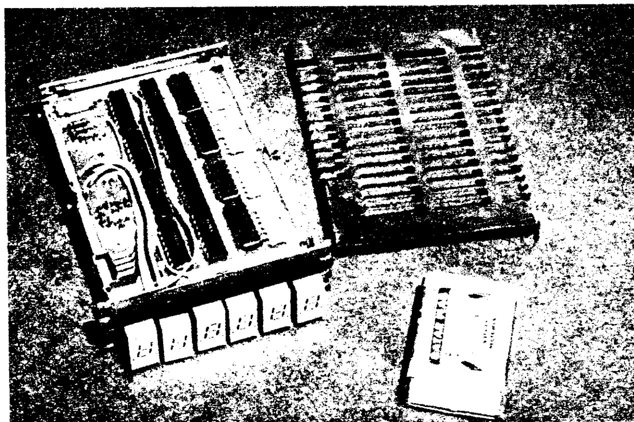
Titulní list popisu jednoho z vynálezů Tomáše Boháčka, OK2BNE, uplatněných v k. p. ELITEX Boskovice



Zařízení „SSTV — compact", Tomášův výrobek, terý byl vystavován na dnech nové techniky v expozici Svazarmu



V současné době pracuje Tom na všepásmovém transceiveru.



Kryty některých částí jsou vyrobeny leptáním plechu o tloušťce 0,5 mm

o rodinu a hospodářství. Jak si rozděluje volný čas?

„Třetinu času věnuji studiu. Kdo nečte, kdo se nezajímá o techniku, to není opravdový amatér. To je břídil a všechno se za chvíli obrátí proti němu. Ten může mít úspěchy snad jen v navazování spojení. Ale to jsou úspěchy pomyslné. Druhou třetinu věnuji propracování konkrétních námětů a třetí třetinu realizaci."

Jeho časový rozvrh má jednu stinnou stránku: Když Tomáš konstruuje, nesáhne na mikrofon. A navíc: Do antény (uzemněné) udeřil blesk. Anténa zazářila jako vlákno žárovky a beze stopy zmizela. Další důvod, kterým Tomáš ospravedlňuje sám před sebou, proč se se značkou OK2BNE zařadil mezi československé amatéry nevysílače.

x x x

Tomáš Boháček uplatňuje svůj um, vytříbený amatérskými konstrukcemi, i jinde, hlavně ve svém zaměstnání. ELITEX Boskovice vyrábí šicí stroje, a ty už zdaleka nejsou tak jednoduché, jak bývaly. Jsou problémy s přesným zastavováním strojů a s přesným stříháním nití. Hlídají se desetiny sekundy a stroje pracují s 200 až 6000 obrátkami za minutu. Opustilo se mechanické ovládání a přechází se na ovládání elektromagnety, které potřebuje přesný, rychlý a spolehlivý elektronický regulační systém. Ten musí vydržet milióny ovládacích cyklů. A právě v tomto oboru má Tom několik patentů. Postavil i jednoúčelové měřicí přístroje pro nastavování těchto obvodů.

Kdyby v ELITEXu hrozilo překročení odběrního diagramu proudu, Tomášův systém ADIREMAX podle předem naprogramovaného výběru vypíná stroje a pak je zase zapíná. Program tohoto automatu lze snadno měnit podle potřeby výroby.

Vyskytl se problém se značkováním vepřů. Původně se to dělalo tak, že se prasátkům píchalo číslo do uší, nebo se jim v uších vystřihovaly značky dvojkového kódu. Takové značení bylo špatně vidět a zvířata to bolelo. Tomáš s kolegy sestrojil elektronickou pistoli, která rozkmitá soustavu jehel pod určitým úhlem a bezbolestně vytetuje na kůži číslo. Kůže se tím nepoškodí. Patent byl prodán do několika zemí západní Evropy a Asie. Bohužel papírování kolem patentů, jak říká Tom, dá mnohem víc práce, než předmět patentu vymyslet a vyrobit.

x x x

Tom by byl zajisté dobrým elektrikářem i bez amatérského vysílání a amatérské radiotechniky. Ty se však pro něho staly živnou půdou, ze které čerpá inspiraci, na které rozvíjí svůj technický talent a dovednost.

OK1YG

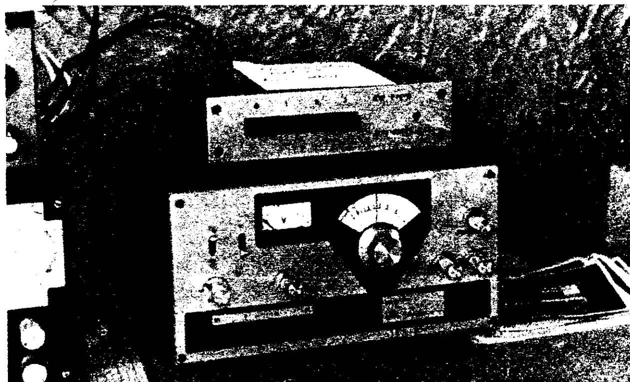
Jednu z konstrukcí Tomáše Boháčka, OK2BNE, a sice vf milivoltmetr, najdete na straně 70 v této Konstrukční příloze AR.

Setkání radioamatérů v Chrudimi

V březnu 1987proběhlo setkání radioamatérů okresu Chrudim, které bylo již po druhé tematicky zaměřeno na provoz a techniku malých výkonů (QRP).

Na setkání se kromě amatérů z Chrudimi a okolí sjelo i mnoho příznivců provozu QRP z celé republiky, celkem 60 účastníků a z nich 18 členů OK QRP kroužku. Po oficiálním zahájení byly vyhlášeny výsledky 2. ročníku československého QRP závodu a předány ceny za první místa. Pak následovaly přednášky o provozu s QRP na KV (OK1DKW), o konstrukci zařízení QRP (OK1DCP, OK2BMA, OK1DZD) a přednáška spojená s promítáním diapozitivů „Radioamatér na sedmi mořích" (OK1BI). Součástí setkání byla i výstavka zařízení, fotografií a diplomů, ze které jsou naše fotografie. Závěr patřil bohaté diskusi a vyměňování zkušeností zejména z konstrukční činnosti. Při příležitosti setkání byl vydán sborník, do kterého přispělo 15 radioamatérů články o provozu a technice a schémata zařízení a doplňků stanic QRP. Sborník sestavil Karel Běhounek, OK1AIJ, kterému rovněž patří díky za velký kus práce při organizování setkání a za rychlé a pečlivé vyhodnocení OK QRP závodu.

OK1CZ



Kopie transceiveru HW-8, který zkonstruoval Pavel Cunderla, OK2BMA, spolu s nízkofrekvenčním telegrafním filtrem s OZ

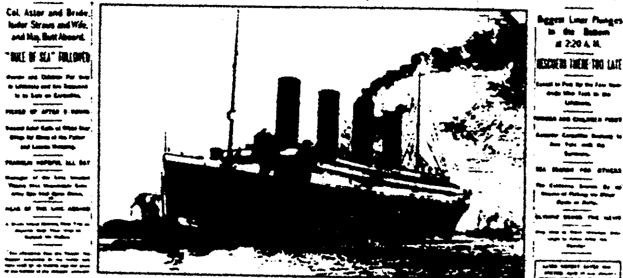


Zleva transceiver SSB na 80 m „Bartek" od ing. Janeczka, a „minivěž" QRP zařízení z dílny OK1DZD. Shora vysílač na 28 MHz, vysílač na 10,1 MHz, transceiver 1 W na 3,5 MHz a přijímač s přímou konverzí kmitočtu na všechna pásma KV

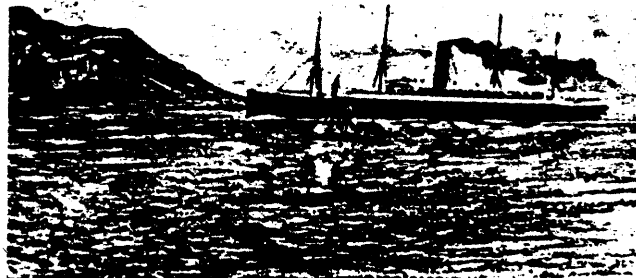
Z HISTORIE

The New York Times.

TITANIC SINKS FOUR HOURS AFTER HITTING ICEBERG; 866 RESCUED BY CARPATHIA, PROBABLY 1250 PERISH; ISMAY SAFE, MRS. ASTOR MAYBE, NOTED NAMES MISSING



Z titulní stránky deníku New York Times, oznamujícího potopení Titanicu



Šest let po Titanicu klesl ke dnu i parník Carpathia. Byl torpédován a potopen v 1. světové válce (7. 7. 1918)

CQD SOS TITANIC

Pavel Cunderla, OK2BMA

Před 75 lety, asi ve 23.40 v noci na 14. dubna 1912 při své první plavbě ze Southamptonu do New Yorku, přestože během dne obdržel rádiem varování o tom, že nablízku jsou ledovce, narazil parník Titanic společnosti White Star, plující rychlostí 22,5 uzlu, do ledovce. Stalo se to jižně od Grand Banks u Newfoundlandu a 2 hodiny a 40 minut potom se loď potopila.

Když došlo ke srážce, vyslal okamžitě hlaví radiotelegrafista lodi Jack Phillips všeobecné tísňové volání — CQD — následované zprávou: „Narazili jsme na ledovec. Jsme těžce poškozeni. Pozice 41°46'N 50°24'W."

Na toto volání nepřišla žádná odpověď. Ve vzdálenosti méně než 20 mil se nacházel na okraji ledového pole parník Californian se zastavenými stroji. Jeho rádiový důstojník měl již po službě a spal a raketové signály vystřelené z Titanicu byly na můstku Californianu zřejmě ignorovány.

Na parníku Carpathia, vzdáleném asi 58 mil, by za normálních okolností měl rádiový důstojník Harold Cottam také již po službě a dávno by byl v posteli. Korespondoval rádiem s Titanicem již brzy večer a rozhodl se, že zavolá Phillipse ještě jednou, než ten vypne stanici. Neslyšel, že Titanic volal předtím CQD. Zavolal jej sám a Phillips okamžitě odpověděl: „CQD CQD CQD SOS SOS CQD SOS. Přijeďte okamžitě. Narazili jsme na ledovce. Toto je CQD OM. Pozice 41°46'N 50°14'W. CQD SOS." Nová pozice byla opravena proti původně vyslané. V odpověď na vůbec první signál SOS, který byl kdy vyslaný z lodi na moři, změnila Carpathia kurs směrem k Titanicu, na místo dorazila 1 hodinu a 20 minut potom, co se Titanic potopil a s ním přes 1500 lidí. Carpathia zachránila přes 700 cestujících a členů posádky, kteří se choulili v záchranných člunech, zatímco obrovská loď byla již hluboko dole.

Mezi mnoha loděmi, které odpovídaly na tísňové volání Titanicu, byla také ruská loď Birma. Její anglický radiotelegrafista poslal později zprávu svým rodičům: „... byli jsme vzdáleni 100 mil ... v 6.00 ráno jsme dorazili na pozici, která nám byla dána, ale ani stopy po vraku, jen obrovské ledovce a hrozná zima."

Na Titanicu radiotelegrafisté Jack Phillips a jeho kolega Harold Bride zůstali u svého vysílače do poslední chvíle, vysílajíce zprávu za zprávou lodím, které odpovídaly na jejich volání a které předávaly jejich CQD jiným vzdálenějším lodím. V 00.26 Titanic lodi Ypiranga: „... nic neslyším pro silný hluk unikající páry ..." 00.36 lodi Prinz Friedrich Wilhelm: „... přijíždíte?" Lodi Frankfurt: „... prosím vyřiďte kapitánovi, aby si pospíšil." A tak to šlo dále, loď za lodí, ale všechny příliš daleko, aby mohly okamžitě poskytnout pomoc. „Potřebujeme okamžitou pomoc, narazili jsme na ledovec, potápíme se, přijeďte co možná nejrychleji. Naloďujeme ženy do záchranných člunů. Voda zaplavuje strojovnu." Jako odpověď na toto volání přišly odpovědi: loď Baltic lodi Caronia: „... Prosím vyřiďte Titanicu, že jedeme k němu." Z Virginie, vzdálené 170 mil: „Jedeme na pomoc." Z Olympicu „... zatopili jsme pod všemi kotli a jedeme k vám jak nejrychleji můžeme" a mnoho dalších.

V 01.45 slyšela Carpathia Titanic naposledy: „Strojovna plná vody až po kotle." V tomto okamžiku signály Titanicu zeslábly. V 02.17 jej zaslechl Virginian opět a potom náhle signály umlkly. Žádná odpověď na další volání — bylo po všem. Rádiový provoz pokračoval mezi ostatními loděmi po zbytek noci, zatímco Carpathia se jako první blížila k místu neštěstí, aby poskytla veškerou pomoc. V 08.00 telegrafovala ostatním lodím, že vyzvedla na plubu všechny, kteří přežili, a navrhla všem lodím, aby se vrátily na své původní kursy. Potom poslala zprávu o neštěstí a informaci o zachráněných do New Yorku. Její signály okamžitě předával Olympic. Během 4denní plavby lodi Carpathia do New Yorku radiotelegrafista Cottam odeslal stovky telegramů od zachráněných cestujících jejich rodinám. Částečně mu při tom pomáhal Bride, zachráněný z Titanicu, který sice nemohl ani chodit ani stát, ale mohl alespoň používat telegrafní klíč. To, že Bride mohl pomáhat, bylo určitým privilegiem, které se ale nevztahovalo na zbytek zachráněné posádky. V té době totiž bylo všeobecně uznáváno, že pokud zahynuli cestující, posádka neměla žádné právo přežít.

Následně po ztroskotání bylo jak ve Velké Británii tak v USA požadováno vysvětlení, jak se mohl „nepotopitelný" Titanic potopit. 852 stop dlouhý parník, největší a nejluxusnější ve své době, měl dvojité dno trupu rozdělené do 16 vodotěsných komor. Z nich 4 mohly být zaplaveny, aniž by se ohrozila schopnost plavby. Dospělo se k závěru, že ledovec rozpáral bok lodi a protrhl 5 vodotěsných komor. Zatímco toto byla příčina potopení, další dvě příčiny způsobily tak obrovské ztráty na lidských životech. Jedna z nich byla ta, že pro více než 2200 osob na palubě bylo pouze 1178 míst v záchranných člunech, druhá ta, že bylo tehdy běžnou praxí lodní radiostanice obsluhované jedním operátorem na noc vypínat. Tedy čistě náhodou Cottam zaslechl Titanic volat o pomoc.

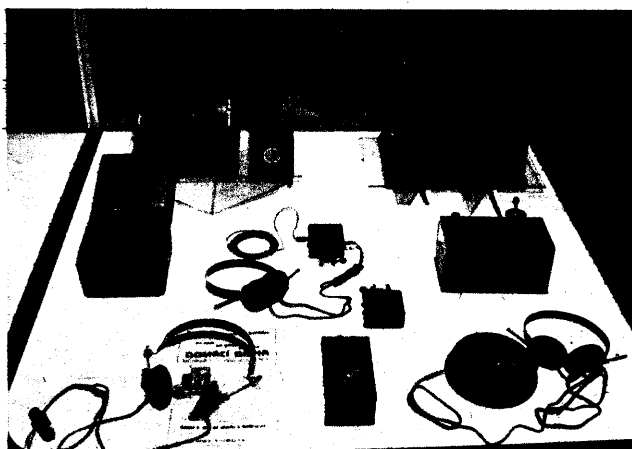
Nedlouho potom, co se Titanic potopil, vydala radiotelegrafní konference v Londýně v r. 1912 nová mezinárodní pravidla pro rádiovou komunikaci, o kterých se již předtím v mnoha zemích diskutovalo, jelikož jejich návrh se objevil před několika lety v Berlíně. Článek 21 nových pravidel určoval, že loď v nouzi by měla použít signál ...---... (SOS). Phillips na Titanicu musel o chystaných změnách pravidel již vědět, když přidal signál SOS ke svému volání CQD. (On sám katastrofu Titanicu nepřežil.) Jako odezva na neštěstí Titanicu konala se v Londýně v roce 1913 první mezinárodní konference o bezpečnosti života na moři, která

zavedla několik nových pravidel pro lodě na moři. Po této a jiných konferencích, které se konaly v následujících letech, bylo požadováno, aby všechny lodě měly tolik míst v záchranných člunech, kolik osob je na palubě. Během každé plavby se měly provádět nácviky se záchrannými čluny a dostatečný počet pomocného personálu a stewardů měl mít osvědčení o zacházení se záchrannými čluny, tak aby každý člun měl v případě potřeby kvalifikovaného kormidelníka. Na velkých osobních lodích měli být přítomni tři radiotelegrafisté a nepřetržitě poslouchat a sledovat pásma. Na menších lodích s jedním nebo se dvěma radiotelegrafisty měl být tzv. rádiový sledovač (wireless watchers — osoba, specializovaná na rozpoznávání nouzových a bezpečnostních signálů). Bylo zavedeno povinné pořadí (priorita) rádiových signálů podle důležitosti: první místa na seznamu byla přidělena signálům tíseň (Distress), naléhavost (Urgency) a záchrana (Safety). Dále byly zavedeny periody ticha, které spočívaly v tom, že po dobu tří minut dvakrát za hodinu ustal na mezinárodním nouzovém kmitočtu 500 kHz veškerý provoz a mohla se vysílat pouze tísňová a naléhavá volání. Byla zřízena Mezinárodní ledovcová hlídka (International Ice Patrol) provozovaná americkou pobřežní hlídkou (US Coast Guard), aby monitorovala veškerý led v severním Atlantiku a pokud možno také pozice všech lodí v této oblasti. Lodě byly žádány, aby pravidelně informovaly o ledovcích, a ledovcová hlídka (ICP) pravidelně vysílala zpravodajství. Jestliže se obrovský ledovec dostal do plavební dráhy, člun pobřežní hlídky zůstával poblíž a v noci jej osvětloval reflektory.

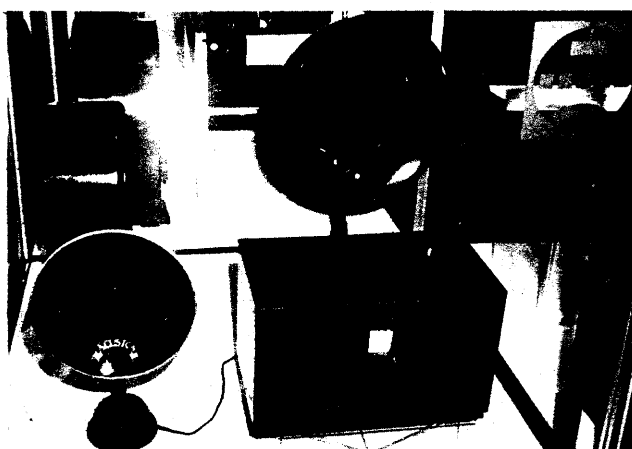
Tato bezpečnostní zařízení a dohody, které byly přijaty od roku 1913, nepochybně zachránily život tisícům lidí.

(Podle článku G4FAI „ICE AHEAD“ v časopise MORSUM MAGNIFICAT)

Od krystalky k hi-fi přijímači



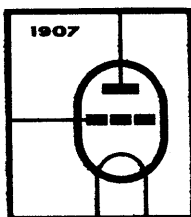
Obr. 1. Exponáty krystalových přijímačů



Obr. 2. Trychtýřové reproduktory — vlevo typ „ACUSTON“

Pod tímto názvem probíhala v Technickém muzeu v Brně (TMB) veřejnosti přístupná výstava. Od 10. února do 22. března 1987 bylo možno shlédnout velmi zajímavou expozici z oboru radiotechniky. Jako doprovodná akce výstavy se uskutečnil dne 17. března seminář s názvem Historické rozhlasové přijímače.

Seminář zahájil ředitel Technického muzea v Brně Ing. Josef Smejkal. Uvítal pracovníky z Technického muzea v Praze a všechny účastníky — většinou členy sekce sdělovací techniky Klubu přátel TMB. Další průběh semináře řídil Ing. Josef Čejka, CSc., pracovník TMB. Přednáškový sál zaplnilo více než 50 účastníků od Chebu až po Košice. Sekce sdělovací techniky klubu přátel TMB je nejmladší ze sekcí, pracuje od r. 1984 a jejím předsedou je doc. dr. ing. Milan Krejčík. Náplní semináře bylo kromě důkladné prohlídky výstavy též mnoho zajímavých přednášek a osobních setkání. Z radioamatérů mezi účastníky byli též OK1AQF, OK1XW, OK1AYW a další.





Obr. 3. Předsednictvo semináře — zleva Ing. Čejka, CSc., doc. dr. Ing. Krejčík, Ing. Josef Smejkal a Ing. Vítek

Samotná výstava zahrnovala části prvních vysílačů u nás, pěkné krystalové přijímače (obr. 1) a ještě úchvatnější přijímače lampové s trychtýřovými reproduktory (obr. 2). Nebylo možno vystavit všechny dostupné pečlivě restaurované přijímače — už z prostorových důvodů. Výroba rozhlasových přijímačů ve 2. polovině 20. let rychle stoupala. Známé radio-firmy jako např. MIKROFONA Praha-Strašnice, EMPO Praha-Čakovice, PHILIPS Praha-Hloubětín, MODRÝ BOD Kolín, MAKROFON Brno, TELEGRAFIA Pardubice, TUNGSRAM Bratislava a mnoho dalších vyráběly ročně v průměru každá až 6000 přijímačů. Závěr výstavy tvořily současné luxusní radiopřijímače třídy hi-fi.

Z přednášek semináře nejvíce zaujaly: od Ing. Křížka, OK1XW, o vývoji detektorů, Ing. Nemrava z národního technického muzea v Praze přednášel o elektronkách ve sbírkách muzea, Ing. Čejka, CSc., přednášel o sbírce přijímačů v Technickém muzeu v Brně. Vyjádřil se též o záslužné činnosti členů sekce, neboť muzeu pomáhají zpracovanými materiály a zachraňují ve sbírkách mnohé unikáty. Na prosinec 1987 je připravována výstavka sekce sdělovací techniky klubu přátel TMB s názvem Historické radiopřijímače.

Václav Hlavatý, OK1AYW

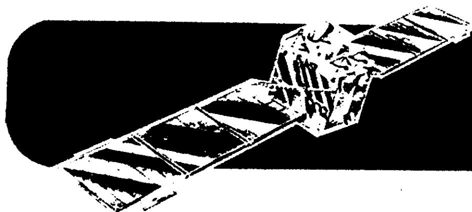
SSB (DSB) z roku 1929?

Časopis „Československý radiosvět“ v roce 1929 (č. 2, str. 61) zveřejnil tuto zprávu:

ROZLUŠTITI TRANSATLANTICKOU TELEFONII.

Podařilo se jistému Angličanu (J. Collins) na vlně 22 m, a sice americkou stranu rozhovoru. Dle jeho mínění prý „tajnost“ přenosu závisí v potlačení nosné vlny, která se stane slyšitelnou, jakmile začne přijímač — hrůza, slyšte! oscilovat. On sám používá detektoru bez zpětné vazby a jedné NF. Zase pěkná vyhlídka do budoucnosti, bude-li to také u nás někdo chtít slyšeti!

Pro AR opsal **Ing. Oldřich Černý, OK1IOC**



SATELITY

Praxe družicové televize

ing. Jan Klabal

V následujícím článku je problematika příjmu družicové televize rozebrána z praktického a amatérsky pojatého pohledu, nikoli z hlediska profesionální či komerční kvality přijímaných signálů. Pro ty, kteří neměli doposud možnost blíže se seznámit s celou problematikou přenosu televizních signálů touto novou přenosovou cestou, nejprve její popis a souhrnná informace

Šíření televizních signálů družicemi je v zemích Evropy z praktického pohledu dvojího druhu. První existuje již řadu let v různých formách pod jednotně nazývaným systémem pevné družicové služby (PDS). Spadá pod pravomoc služby spojů a pošt země provozující příslušný družicový spoj. Druhý, doposud šířeji nerealizovaný způsob, je přímé vysílání televizního signálu z družice k divákovi systémem rozhlasové družicové služby (RDS). Je odnoží PDS, pod kterou právně přísluší. Družice systému PDS zprostředkovávají přenos signálů televizních společností do všech měst, kde jsou spojovou službou provozovány retranslační přijímací centra. Tato centra pak šíří přijaté signály k divákovi buď pozemním televizním vysílačem nebo kabelovými rozvody.

Druhý způsob vysílání z družic systémem RDS, jehož kriteria byla přijata na konferenci WARC BS 77, tedy před deseti lety, je stále ještě více méně ve vývojovém a pokusném stádiu. Je určen k přímému příjmu i jednotlivci tak, jak je tomu u pozemních systémů klasické televize.

Pevná družicová služba má značně široký záběr spojových služeb určených k přenosu různých druhů informací a jejich distribuci účastníkům spojovými zařízeními. Používá k tomuto účelu množství kmitočtově odlišných kanálů, jejichž počet je převážně omezen jen technickými parametry přenosového zařízení a šíří přiděleného kmitočtového pásma. Obdobně tomu je i u přenosu televizních programů. V systému rozhlasové družicové služby (přenáší rozhlasové i televizní pořady) bylo zmíněnou konferencí dohodnuto, že každý stát dostane přiděleno 5 přenosových kanálů (Jugoslávie 10), na kterých může vysílat pro své posluchače jak televizní tak i rozhlasové stereofonní pořady.

Pozemní přijímací střediska radiokomunikační služby PDS, která jsou umístěna v pevně stanovených bodech na zemském povrchu slouží k šíření televizních programů pomocí pozemních vysílačů. Používají k příjmu vysoce jakostních přijímacích zařízení s rozměrnými parabolickými anténami. Televizní signál určitého programu přenášeného přes družici je touto vysílací stanicí šířen do příslušného okruhu k anténám televizních diváků. Typickým příkladem je sovětská družice Horizont vysílající první moskevský program v systému Moskva.

Jiným, v posledních letech značně se rozšiřujícím typem příjmu televizních signálů šířených přes družice je skupinový příjem, rovněž zabezpečovaný službami spojů. Je určený pro napájení televizních kabelových rozvodů sídlištního typu tam, kde je vysoký stupeň zástavby. Tento systém může přijímat a po kabelovém rozvodu k posluchači přenášet jeden až i několik desítek televizních programů. Je rozšířen převážně v západních zemích a zemích Dálného východu.

Posledním typem je individuální příjem, který se šířeji uplatní teprve s rozvojem RDS. Je určený jak pro domovní rozvody, tak i pro jednotlivce.

U nás je již několik let v provozu systém PDS Moskva. V posledních letech se rozšířilo toto vysílání prvního moskevského televizního programu již do řady míst. Vysílá se na kmitočtech UHF, tedy IV. a V. pásmo, s horizontálně polarizovaným signálem. Pro přehlednost jsou v tabulce č. 1 seřazeny vysílače s uvedením kanálu, na kterém je program vysílaný i s výkonem signálu do antény.

Tab. 1.

Místo		*Kanál*	*Výkon do antény*
Praha	Žižkov	41	2 kW
České Budějovice	Kleť	49	2 kW
Karlovy Vary	Tři kříže	21	80 W
Plzeň	Krhovec	27	2 kW
Brno	Barvičová	52	2 kW
Třebíč	Klučovská hora	50	2 kW
Ostrava	Hošťálkovice	51	2 kW
Bratislava	město	50	2 kW
Banská Bystrica	město	49	2 kW
Košice	město	27	2 kW

Mimo tuto jednotnou telekomunikační síť prověřují některé národní výbory možnosti využití maďarského zařízení pro příjem a vysílání signálů z družic prvního moskevského programu systému Moskva s výkonem do 150 W. V první etapě by šlo o výstavbu těchto zařízení v městských aglomeracích Hradce Králové, Liberce, Ústí n. L., Mariánských Lázní a Chebu. Další lokality jsou zatím pouze ve výhledových, přesněji nespecifikovaných plánech.

Pokud se týká přímého příjmu signálů ze stávajících systémů PDS jednotlivci, platí pro tuto činnost článek 23 radiotelekomunikačního řádu, kde se pod č. 1992 až 4 uvádí:

Při provádění příslušného ustanovení Mezinárodní radiokomunikační úmluvy se správy zavazují, že učiní příslušná opatření, aby zakázaly a stíhaly:

a) neoprávněný příjem radiového vysílání, které není určeno pro všeobecnou potřebu veřejnosti,

b) zveřejňování obsahu nebo existence veškerých informací získaných zachycením radiového vysílání pod bodem a) a jejich neoprávněném rozšiřování nebo jakémkoli využívání.

Vlastnosti televizních signálů z družic

Vysílání televizních signálů z geostacionárních družic se uskutečňuje kmitočtově modulovaným signálem. Tato modulace je energeticky výhodnější proti amplitudové modulaci s jedním částečně potlačeným postranním pásmem, které se používá v běžné pozemní televizní síti. Stejně jako u kmitočtově modulovaného rozhlasového vysílání (FM), také zde je možno kvalitně přijímat signály, které jsou podstatně slabší než amplitudové rušení, neboť toto rušení lze v příslušných obvodech mezifrekvenčního zesilovače omezit. Aby však mohly být kmitočtově modulované signály sledovány i na běžných televizorech musí se nejprve v pomocných vnějších obvodech selektivně zesílit a kmitočtově demodulovat.

K přenosu signálů z družice se používá značně vysokých kmitočtů, které leží kromě pásma 4 GHz (systém Moskva) v pásmu 11 až 12,5 GHz, čili s vlnovou délkou mezi 2,5 až 3 cm. Tak vysoký kmitočet je nutný jak z hlediska přeplněnosti pásem na nižších kmitočtech a požadavků na značnou šíři přenášeného pásma kmitočtů, tak i z hlediska energetického, čili požadavku soustředit na danou plochu co největší vyzářenou energii. Nezanedbatelné je také rušení cizími zdroji a řada dalších vlivů působících na přenos signálu. Přirozeně, že zpracování tak extrémně vysokých kmitočtů s sebou přináší i řadu velmi obtížně zdolávaných technologických a konstrukčních problémů a to jak na družicích, tak i v místě příjmu signálu. Aby energie vyzařovaná z družice směrem k Zemi směřovala pouze do obsluhované oblasti, je použito úzce směrových anténních systémů — parabolických antén — které díky vysokému kmitočtu mají i vysokou účinnost.

Současná PDS v západních zemích využívá k přenosu pásma 10 986 MHz až 11 674 MHz. Pro RDS bylo stanoveno konferencí WARC BS 77 pro spojení družice — Země kmitočtové pásmo 11,70 až 12,50 Hz. Toto pásmo je rozděleno na 40 kanálů, z nich ČSSR byly přiděleny kanály 3, 7, 11, 15 a 19, tj. kmitočty 11 765,84, 11 842,56, 11 919,28, 11 996,00 a 12 072,72 MHz. Střední kmitočtová vzdálenost sousedních kanálů je 19,18 MHz, vysokofrekvenční šířka kanálu je 27 MHz. Pro přenos se bude používat kruhově polarizovaného signálu. Protože rozestup kanálů je menší než šířka pásma, které zabírají, zamezí se jejich vzájemnému rušení tím, že sousední kanály nebudou využívány v rámci jednoho státu (Tab. 2). Současné vysílání televizních programů v systémech PDS má u systému Moskva kruhově polarizovaný signál a u evropských spojových družic lineární polarizaci a to horizontální i vertikální.

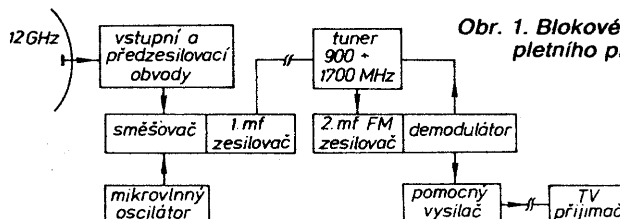
Kruhově polarizovaný signál je výhodnější jak z hlediska nastavení antény tak i přenosu signálu. Při

směrování anténního systému pozemní stanice není totiž třeba ztotožňovat polarizační rovinu přijímací antény s polarizační rovinou vysílací antény na družici. U lineární polarizace signálu je ještě třeba kromě nastavení azimutu a elevace nastavit i polarizační rovinu antény. Tato polarizační rovina se částečně mění s místem přijímaného zařízení v obsluhované oblasti, i přechodem signálu atmosférou. Vysílací anténa na družici má podle charakteru obsluhované oblasti kruhový nebo eliptický průřez hlavního svazku vyzařovacího diagramu. Vzhledem k nepatrnému vyzařovacímu úhlu antény, který se pohybuje kolem jednoho až dvou stupňů podle velikosti území, pokrývaného signálem (1° odpovídá zhruba 700 km) se zisk parabolické antény na družici pohybuje v rozmezí 10^3 až 10^4. To při výkonu vysílače na jeden kanál 100 W u systému RDS zaručuje na okraji obsluhované oblasti hustotu toku výkonu po 99 % času nejhoršího měsíce (z hlediska přenosu signálu) minimálně —103 dBW/m². Uprostřed obsluhované oblasti je hustota výkonového toku o polovinu vyšší.

V případě, že není přítomen modulační signál, soustředí se veškerá vysílaná energie pouze na nosném kmitočtu. To ale představuje možnost značného rušení jiných radiokomunikačních služeb, pracujících na stejných kmitočtových pásmech. Proto je použito ve všech družicových soustavách (tj. systému PDS i RDS) televizního přenosu další přídavné kmitočtové modulace celého signálu, tzv. disperze — rozptýlení — vysílané energie. Nosný kmitočet je dodatečně trvale modulován trojúhelníkovým signálem o kmitočtu 25 Hz se zdvihem 600 kHz$_{ss}$ (systém Moskva používá 2,5 Hz). Tím se snižuje spektrální hustota signálu v pásmu širokém 4 kHz o 22 dB. V přijímacích zařízeních je ale nutno tento signál odstranit, aby nedocházelo ke kolísání intenzity přijímaného užitečného signálu.

Vlivem útlumu a depolarizace elektromagnetických vln přechodem neustále se měnící zemskou atmosférou v závislosti na meteorologických podmínkách, není možné zaručit danou kvalitu přenášeného signálu po celých 100 % času přenosu. Přesto, že je délka dráhy signálu atmosférou, na které k útlumu a depolarizaci dochází ve srovnání s délkou spoje velmi malá, musí se vliv atmosféry respektovat. Pokud se použije k přenosu kruhové polarizace signálu, uvažuje se pouze útlum působený meteorologickými vlivy. U lineárně polarizovaných signálů je nutné přihlédnout i k možnosti natáčení polarizační roviny, což způsobí další přídavný útlum signálu u pevně nastavené přijímací antény. Zásadnější vliv na útlum signálu však mají pouze atmosférické srážky a srážkové oblaky. Na tyto útvary lze pohlížet jako na shluky částic s rozměry a vzájemnými vzdálenostmi srovnatelnými s použitou vlnovou délkou. Nezanedbatelný vliv, však má i teplotní rozhraní, tlak a vlhkost vzduchových hmot, jejich rychlost i rozlehlost. Vlna šířící se takovým nehomogenním prostředím, po dopadu na částici ve srážkovém jádru je z části pohlcena, z části rozptýlena s obecnou polarizací. Dominantu zde proto působí hydrometeory, čili mlha, déšť, sníh, ledové krystaly a kroupy i jejich hustota a četnost.

Intenzita signálu v místě příjmu je tak dána výsledným součtem výkonového toku z antény družice a útlumem signálu po celé trase přenosu. Příjem signálů z družice, které jsou od přijímacího místa vzdáleny více jak 38 tisíc km, dále použité kmitočty o vlnových délkách řádu centimetrů (λ = 2,5 cm) i speciální polarizace elektromagnetických vln, vyžadují podstatně jinou technologii anténních systémů proti dosud běžně známým a používaným při příjmu televizních signálů. Technické požadavky na vyhovující a kvalitní příjem mohou v současné, ale i budoucí době splňovat pouze reflektorové antény s parabolickými odražeči. Velikost parabolických reflektorů se pohybuje od 25 až 30metrových pro profesionální antény vysokokapacitních přenosových soustav, přes dvou až čtyřmetrové pro skupinový příjem, až po poměrně malé antény o průměru kolem dvou metrů pro individuální příjem. U parabolické antény platí, čím je větší její průměr — větší účinná plocha v prostoru — tím je větší i její zisk a větší intenzita přijatého signálu.



Obr. 1. Blokové schéma zapojení kompletního přijímacího zařízení



Obr. 2a. Anténa s vnější jednotkou pro příjem v jedné polarizaci

Přijímače pro přímý příjem

Anténní systémy přijímačů signálů z družic, ať již jsou provozovány radioreleovými službami spojů pro místní televizní vysílače, nebo pro skupinový případně individuální příjem, mají kromě vhodné parabolické antény i příslušný napaječ. U vlnovodných je i depolarizátor pro transformaci kruhově polarizovaného signálu na signál lineárně polarizovaný, a přizpůsobovací obvody. U lineárně polarizovaných signálů pak ještě může být zařazována polarizační vlnovodná výhybka umožňující rozvedení horizontálně polarizovaného signálu a vertikálně polarizovaného signálu do dvou samostatných vlnovodných vedení. Při příjmu pouze jednoho druhu polarizace se vystačí jen s jedním příslušně polarizovaným vlnovodným vedením. Přizpůsobovacím obvodem, nejčastěji induktivní vazbou, se signál nakmitaný ve vlnovodném vedení odvádí na vstupní obvod vnější jednotky. Aby byly ztráty vedením signálu co nejmenší, je celá vnější jednotka umístěna v co nejtěsnější blízkosti ohniska paraboly. Vnější jednotka převede přijímaný kmitočet na kmitočet první mezifrekvence. Po jedno až dvoustupňovém zesílení se mezifrekvenční signál vede souosým kabelem na vstup vnitřní jednotky nacházející se obvykle již v těsné blízkosti televizoru. Mezifrekvenční kmitočet se pohybuje kolem 900 až 1700 MHz se šířkou pásma podle požadovaného počtu přenášených kanálů. Pro systém RDS se uvažuje šířka pásma 400 MHz, nejdražší současné západoevropské systémy používají šířku celého přenášeného pásma, tedy 800 MHz. Ta obsáhnou všech 400 kanálů, které mají dosavadní existující systémy PDS schopnost přenášet.

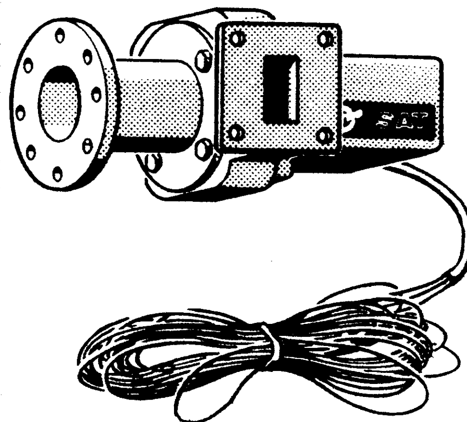
U spojových systémů určených pro vysílání televizním vysílačem, se vybere kanál příslušného programu ve druhém směšovači. Vzniklý mezifrekvenční kmitočet (kolem 70 MHz) se zesílí, amplitudově se omezí případné poruchy, demoduluje a po odstranění disperze se vede do modulačních obvodů vysílače. U skupinového příjmu se signál první mezifrekvence vede kabelovým rozvodem k vnitřním jednotkám jednotlivých účastníků. Souosý kabel musí být schopen i na mnohametrové vzdálenosti přenášet tak vysoký kmitočet bez většího útlumu. Je zřejmé, že běžné souosé kabely jsou pro tyto účely naprosto nevhodné. U individuálního příjmu, kde je propojení mezi vnější a vnitřní jednotkou dlouhé několik metrů, vyhoví i běžný souosý kabel. Vnitřní jednotka obsahuje kanálový volič, včetně zesilovacích a demodulačních obvodů. Z nich vychází video a audio signál, kterým je dále příslušným způsobem modulován (AM, FM) malý vysílač, z jehož výstupu se již signál vede na anténní svorky televizního přijímače. Blokové schema celého přijímacího komplexu je na obr. 1.

Vnější přijímací část

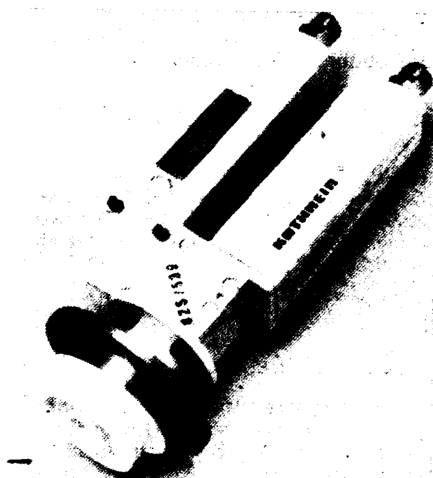
Zářič parabolické antény umístěný v jejím ohnisku se u přijímačů pro individuální příjem řeší téměř výlučně s napájením zepředu. Základem je ústí kruhového vlnovodu upraveného tak, aby byl příjmový diagram co nejvíce rotačně souměrný. Ke zlepšení souměrnosti se používá kolem ústí vlnovodu tlumivkový límec (Feedhorn) vhodný hlavně při příjmu lineárně polarizovaných signálů, neboť zčásti optimalizuje nastavení zářiče. Vlnovodně uspořádaným depolarizátorem se vysokofrekvenční elektromagnetická energie přivádí na nízkošumový, několikastupňový širokopásmový předzesilovač s tranzistory MESFET. Za ním následuje aktivní (tranzistorový) či pasivní (diodový) směšovač s místním oscilátorem a první mezifrekvenční zesilovací stupeň. Celá vstupní (anténní) část od tlumivkového vlnovodného vstupu až po výstup z prvního mezifrekvenčního zesilovacího stupně představuje kompaktní celek vnější jednotky. Systém musí být co nejmenší, aby nebyly



Obr. 2b. Jiný typ vnější jednotky — konvertoru



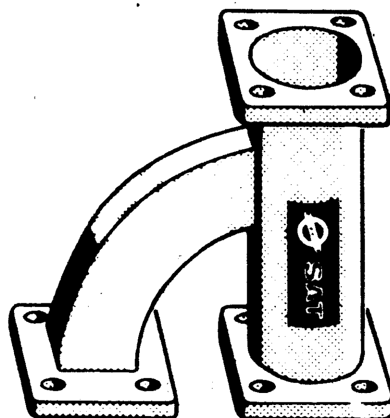
Obr. 4b. Výhybka natáčená elektromotorem



Obr. 3. Komplet vnější jednotky pro příjem v obou polarizačních rovinách se dvěma konvertory

rozměry vzájemných propojení jednotlivých prvků obvodů srovnatelné se zlomky vlnové délky zpracovávaných kmitočtů. V posledních letech se předzesilovače řeší jako monolitické mikrovlnné integrované obvody. Zhotovují se z arzenidu galia, který má asi šestkrát větší pohyblivost — vodivost — a dvakrát větší saturační driftovou rychlost nosičů náboje než křemík a vykazuje při dotování určitými prvky i vynikající izolační vlastnosti. Spodní pokovená plocha podložky obvodu — substrátu, působí jako vodivá základna mikropáskového vedení. Na horní ploše jsou vytvořeny mikrostruktury včetně jednotlivých pasívních i aktivních prvků a mikrovlnných indukčností.

Přenášená šířka pásma vnější jednotky a její konverze do pásma kolem 1000 MHz musí odpovídat požadavkům z hlediska nároků na počet přijímaných programů. Je zde přímá úměrnost. Čím více programů požadujeme, tím větší šířku pásma musíme přenést a tím se také značně zvýší požadavky na obvody jednotky. Ale i při největší šířce přenášeného pásma musí mít jednotka dostatečnou selektivitu, aby se dokonale potlačily různé parazitní příjmy a zrcadlové kmitočty. Mezifrekvenční kmitočet v okolí 1000 MHz, i když je dnes ve světě nejobvyklejší, má však i určitou nevýhodu, a to v nebezpečí možného rušení příjmu radiolokátory. V některých případech může být toto rušení dokonce velmi citelné. Proto původní úvahy vedly ke konstrukcím



Obr. 4a. Polarizační výhybka pro dva konvertory

vnějších jednotek s dvojím směšováním. Záhy se však od nich upustilo. Existují také vnější jednotky s extrémně vysokou citlivostí, pracující s tzv. degenerovaným parametrickým měničem kmitočtu s varaktorovou diodou a fázovým detektorem, který pracuje v dokonale synchronní fázové koherenci se vstupním parametrickým měničem. Tyto jednotky jsou však zatím ve stadiu pokusů, jsou značně drahé a naprosto nedostupné.

Pokud se žádá u lineárně polarizovaných signálů přijímat programy vysílané horizontálně i vertikálně polarizovaný signálem, musí být použity dvě samostatné jednotky napojené na obě vlnovodná vedení za polarizační výhybkou. Použije-li se jedna jednotka se vstupním vlnovodným vedením umožňujícím příjem v jedné polarizační rovině, musí se pootočit tuto vnější jednotkou o 90° vždy, když hodláme přeladit příjem na kanál opačně polarizované vlny. Na obr. 2 je fotografie antény se vstupní jednotkou pro příjem v jedné polarizační rovině, na obr. 3 je komplet vnější jednotky s tlumivkovým límcem, polarizační výhybkou a dvěma konvertory pro vertikální a horizontální polarizaci. Pro individuální příjem se v poslední době objevily i výhybky natáčené elektromotorem, které již vystačí s jedním konvertorem (obr. 4).

Vnitřní jednotka

Signál z vnější jednotky je souosým kabelem přivedený na vstup vnitřní jednotky. Jsou-li na vnější jednotce použity dva konvertory, pro každou polarizaci jeden, je na vstupu vnitřní jednotky zapojen koaxiální přepínač, na který jsou připojeny souosé kabely z obou konvertorů. Kabely lze ovšem na vstup vnitřní jednotky přepojovat i ručně. Signál z připojeného souosého kabelu přichází na vstupní obvody kanálového voliče, kterým se nastaví kmitočet zvoleného programu. Směšovač v kanálovém voliči převede signál na relativně nízký mezifrekvenční kmitočet, dále zpracovávaný druhým mezifrekvenčním zesilovačem. Kmitočtová šířka tohoto zesilovače musí odpovídat minimálně čtyř až pětinásobku modulačního kmitočtu (5,5 MHz). První mf zesilovače měly šířku 70 MHz. Značný šum daný příliš velkou šířkou přenášeného pásma však signál znehodnocoval. Současné komerční přijímače mají šířku pásma 27 až 32 MHz. Kmitočtový zdvih signálu se pohybuje kolem ± 15 MHz. Čím je zesilované pásmo užší, tím více je signál zkreslený. Po zesílení užitečného signálu a amplitudovém omezení všech rušivých složek, se signál demoduluje. Většinou se používá FM demodulátorů s fázovým závěsem (smyčka PLL). Ten má při optimalizovaném návrhu velkou přednost proti klasickým diskriminátorům v tom, že podstatně snižuje šumový práh. Umožňuje uspokojivý příjem i tam, kde by byl při použití běžných demodulátorů výstupní signál již velmi nekvalitní. Na výstupu je zapojena ještě deemfáze a odebírá se zde také napětí do obvodu eliminace disperse (obdoba AFC).

Demodulovaný obrazový signál a s ním i zvukový doprovod by nyní již mohly být přivedeny na videozesilovač a zvukový mezifrekvenční zesilovač v komerčním televizním přijímači. Protože u běžných televizorů nejsou tyto vstupy vyvedené na konektory, musí se použít pomocný vysílač malého výkonu. Jeho nosná se moduluje obrazovým kmitočtem amplitudově a zvukovým doprovodem frekvenčně. Výstup pomocného vysílače je pak již běžným souosým kabelem propojen do anténních zdířek normálního televizního přijímače.

Pro modulaci obrazového kmitočtu i zvukového doprovodu byl v zahraničí již dříve vyvinut integrovaný obvod firmou Motorola s typovým označením MC1374, který navíc obsahuje i obvody pomocného vysílače včetně potřebných nosných kmitočtů. Amplitudová modulace je u tohoto obvodu řešena dvojitým vyváženým tranzistorovým násobičem, zdrojem nosného kmitočtu je vyvážený oscilátor schopný generace kmitočtů až do 100 MHz. Televizní přijímač se pouze naladí na volný kanál v I. televizním pásmu.

Značné složitosti celého zařízení odpovídá i jeho cena v zahraničí. V socialistických zemích se výrobou přijímacího zařízení pro komerční účely zabývá pouze maďarské družstvo Parabola v Budapešti, sídlící v ulici Kassák Lajos 78. Celou aparaturu hodlají dodávat, jak uvádějí, tři měsíce po uvedení první RDS na oběžnou dráhu a zahájení jejího vysílání. Cena není zrovna malá. Vnější jednotka i s parabolickou anténou o průměru 1,5 m stojí zhruba 100 000 forintů (Ft) a s vnitřní jednotkou pro příjem pouze jednoho kanálu 160 0 Ft. Pro příjem čtyř kanálů již stojí 350 000 Ft. Upozorňují také, že dodávají i kompletní zařízení pro příjem družic PDS vysílajících v pásmu 10,9 až 11,7 GHz (družice ECS, Intelsat aj.). Zařízení však prodají pouze těm, kteří se prokáží úředním (poštovním) povolením k jeho provozu. Cenu zařízení raději ani neuvádějí a upozorňují, že pro maďarské zájemce není toto zařízení na prodej.

V katalogu obchodní západoněmecké firmy Conrad elektric se inzeruje zařízení vyráběné firmou Hirchmann ve dvou provedeních. První komplet pro příjem signálů z družic s typovým označením Fesat 1800EA1 obsahuje parabolu o průměru 1,8 m se ziskem 45,5 dB a hmotností 67 kg. Anténní systém má ruční nastavení azimutu i elevace a vnější jednotku řešenou jen pro příjem jedné polarizace. Celý komplet obsahuje kromě antény s podstavcem, vnější jednotky a linkového předzesilovače s 20 m souosého kabelu i vnitřní jednotku s dálkovým přepínáním a volbou až 24 programů (kanálů). Cena tohoto kompletu je „pouhých" 6250 DM. Pro příjem v obou polarizačních rovinách nabízí tato firma zařízení Fesat 1800EA2, které má navíc i dálkové elektrické nastavení paraboly na jinou družici. Cena tohoto kompletu 7998 DM. Známý výrobce antén firma Kathrein, nabízí zařízení CAS18 (EA1-2) s obdobnými parametry a cenami 6550 a 7750 DM. Vidíme tedy, že pořízení tohoto zdroje zábavy a poučení není nikterak levnou záležitostí.

Praktické možnosti příjmu

Vysoká cena celého přijímacího zařízení v komerčním provedení a neodbytná chuť příjem uskutečnit i přes značné technické obtíže, podněcuje ty nejvyspělejší radioamatéry v řadě zemí k jeho amatérské sestavě. Vážně však jen ty, kteří již teoreticky a prakticky zvládli problematiku dutinových rezonátorů a vlnovodné techniky v pásmech centimetrových vln, či provozují radiofonní spojení na amatérských pásmech 10 GHz a 24 GHz. Snaží se nalézt různá zjednodušující řešení, přesto, že tato vždy vedou ke zhoršení kvality přijímaného signálu. Při experimentování však obvykle nejde ani tak o kvalitu či trvalý poslech programů, jako spíše dokázat si svůj technický um nebo schopnost nalézt vhodné řešení a příjem, třeba i v první pokusné fázi značně nekvalitní, uskutečnit. Při amatérské stavbě přijímacího zařízení a nejen tohoto, vždy se objeví řada nepředvídaných konstrukčních problémů i oživovacích potíží. Na tak vysoké kmitočty s kterými se zde pracuje nejsou navíc prakticky dosažitelné žádné potřebné měřicí přístroje, kromě těch několika málo, které se nacházejí ve výzkumu či vysokoškolských laboratořích. Dále je zde rozdílný přístup uživatelského pojetí a to na jedné straně snaha o co nejautomatizovanější provoz bez jakýchkoli dalších manipulací s jednotlivými díly zařízení, a na druhé amatérské pokusnictví kde nějaké to ruční přestavování a nastavování navíc není překážkou, ba spíše objevitelským zápalem pro věc. A tomu, kdo takový zápal ani výdrž nemá, lze doporučit jediné, šetřit peníze na komerční zařízení.

Celý přijímací komplet lze rozdělit na jednotlivé dílčí části, z nichž každá má svůj stupeň důležitosti i technické složitosti. Vnější část přijímače má tři okruhy technických problémů. První, amatérsky nejméně obtížný a relativně nejsnáze proveditelný a dosažitelný, je výroba vlastní paraboly. Druhý, již obtížněji výrobně zvládnutelný, jsou vlnovodné a depolarizační obvody. Třetí, amatérsky zatím téměř nezvládnutelný a bez zahraničních součástek neproveditelný, je vlastní konvertor, tj. mikrovlnný předzesilovač, směšovač a mikrovlnný oscilátor. Dále následuje první mezifrekvenční zesilovací stupeň se značným zesílením v oblasti 1000 MHz, což rovněž není žádná maličkost, neboť zvládnout jeho stavbu tak, aby zesiloval a nekmital vyžaduje rovněž nemalé zkušenosti. Vhodné kabely pro propojení vnější a vnitřní jednotky se u nás sice vyrábějí, ale obtížně shánějí. Vnitřní jednotka má také řadu technicky obtížných úskalí, ale v první, základní fázi experimentování, lze část z nich obejít.

Energetická rozvaha

Pro snažší pochopení funkční důležitosti jednotlivých dílů přijímače je vhodné seznámit se nejprve i s energetickými podmínkami přenosu signálu. Protože výkony vysílačů umístěných na geostacionárních družicích jsou omezené energetickými slunečními zdroji, jejich účinnost navíc s časem klesá, a vzdálenost družice od příjmového místa je značná (kolem 38 500 km), jsou signály přicházející k pozemským přijímacím stanicím velmi slabé. Kvalita přijímaného signálu proto v první řadě závisí na zesilovacích a šumových vlastnostech vlastního přijímače, a na zisku antény a napáječe. Podle [1] se v technice družicového příjmu již vžilo nehodnotit zmíněné veličiny odděleně, ale naopak komplexně a to pomocí jediného slučujícího parametru, označovaného jako tzv. jakostní číslo přijímací stanice G/T. Protože tato veličina má při volbě celkové koncepce stanice dominantní význam, jak je v [1] uvedeno, rozebereme si ji podrobněji.

Signál je přijímaný anténou se ziskem G_a a šumovou teplotou T_a. Anténa je spojena s přijímačem prostřednictvím napáječe, který má výkonový přenos α, takže její zisk přetransformovaný na vstupní svorky přijímače je $G = \alpha\ G_a$. Šumové vlastnosti samotného přijímače jsou pak určeny jeho šumovým číslem F, nebo efektivní šumovou teplotou $T_{ef} = T_o\ (F - 1)$, kde T_o = 290 K. Šumové vlastnosti celé přijímací stanice jsou pak charakterizovány tzv. efektivní šumovou teplotou systému $T = T_s$, která je vztažená na vstupní svorky přijímače.

Tato veličina značí pomyslný přírůstek teploty vnitřní konduktance generátoru budicího přijímač, k referenční teplotě T_o, jehož by bylo zapotřebí k tomu, aby na výstupu vf dílu přijímače bylo dosaženo při náhradě reálných šumících stupňů jejich bezšumovými ekvivalenty téhož výstupního šumového výkonu.

Pro šumovou teplotu systému T_s je možno odvodit:

$$T_s = \alpha T_a + T_o (1 - \alpha) + T_o (F - 1) \quad (1)$$

Citlivost přijímací stanice je možné zvyšovat jednak snižováním veličiny T_s, jednak zvyšováním zisku antény G_a. Jakostní číslo, definované jako poměr G/T a vyjadřované v jednotkách dBW/K, nebo dB/K, pak bude:

$$\frac{G}{T} = \frac{\alpha\beta G_a}{\alpha T_a + T_o (1 - \alpha) + T_o (F - 1)} \quad (2)$$

přičemž činitel β vyjadřuje ztráty vlivem nepřesného zaměření antény.

Je-li známo jakostní číslo přijímací stanice G/T, její šumová šířka pásma B, efektivní izotropicky vyzářený výkon vysílače družice (EIRP) a útlum trasy A_t, je již možné vypočítat poměr signál—šum na vstupu demodulátoru přijímače, označovaný symbolem C/N (= carrier/noise). Uvedené veličiny jsou totiž obecně vázány vztahem:

$$\frac{C}{N} = \frac{EIRP}{A_t kB} \cdot \frac{G}{T}, \text{ kde } k = 1{,}38 . 10^{-23\ J/K} \quad (3a)$$

Pro družici na geostacionární dráze, vysílající na kmitočtu 12 GHz přechází při vyjádření v logaritmické míře vztah /3a/ do tvaru

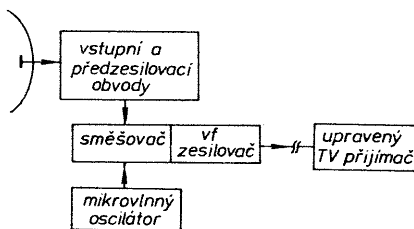
$$\frac{C}{N} = \frac{G}{T} + EIRP + 23{,}4 - B_{dB} \quad (3b)$$

[dB; dB/K, dBW, dB]

Uvedený vzorec má základní význam. Při návrhu přijímací stanice ho můžeme využít k určení jejího jakostního čísla, neboť ostatní veličiny jsou v podstatě známy (pro ČSSR je EIRP ≐ 64 dBW, B ~ 25 MHz; poměr C/N by pak měl být při používané modulaci FM větší, než asi 10 až 12 dB, tak aby demodulátor FM pracoval nad šumovým prahem). Je-li již známa hodnota jakostního čísla, lze dále postupovat dvojím způsobem: buď ze známého zisku antény G_a stanovit šumovou teplotu systému T_s a poté ze vztahu (1) určit potřebné parametry přijímače, nebo naopak ze zadané teploty T_s vypočítat zisk antény G_a a poté i její rozměry.

Pro individuální přijímač se všemi náležitostmi jak bylo výše uvedeno se doporučuje jakostní číslo asi 6 dB/K, čili aby signál měl zhruba 4krát větší úroveň (výkonově) než šum a jeho úroveň se lineárně měnila v tomto poměru s šumovou teplotou. Pro skupinové přijímače, kde se vyžaduje vyšší kvalita signálu se doporučuje zvýšit poměr na 14 dB/K. Předpokládejme, že přijímač pro individuální příjem je vybaven parabolickou anténou o průměru 90 cm, která má zisk $6{,}2.10^3$ tj. 38 dB a šumovou teplotu T_s = 70,0 K; činitelé α, β nechť jsou $\alpha = \beta = 0{,}9$. Vyjádříme-li z relace (2) hledané šumové číslo F, pak dosazením výše uvedených číselných údajů snadno zjistíme, že jeho hodnota bude $F \doteq 5$ tj. zhruba 7 dB. Výhodnější bude, jestliže se dosáhne nižšího šumového čísla. Takové hodnoty však lze dosáhnout jedině se vstupními tranzistory typu MESFET (u nás nedostupnými) a dalšími vysoce jakostními nízkošumovými prvky i ve směšovači a prvních stupních mezifrekvenčního zesilovače.

Jak to vypadá s intenzitou pole signálu z družice v místě příjmu si můžeme snadno odvodit ze známého



Obr. 5. Blokové schéma zjednodušeného zapojení

vztahu pro útlum signálu šířícího se volným prostorem. Výsledná intenzita pole bude:

$$E = \frac{3 . \sqrt{5}}{r} \sqrt{P}$$

a hustota energie:

$$A = \frac{E^2}{120\pi} \ [W/m^2]$$

kde E je intenzita pole ve voltech na metr,
r je vzdálenost v metrech
P je vyzářený výkon ve wattech,
120π je charakteristická impedance volného prostoru v ohmech.

Vzhledem k nepatrnému vyzařovacímu úhlu antény na družici, který se pohybuje mezi jedním až dvěma stupni se zisk antény na družici, jak již jsme si řekli pohybuje v rozmezí 10^3 až 10^4. To při výkonu vysílače na družici řádově desítky wattů zaručuje v obsluhované oblasti intenzitu signálu v okolí desítky mikrovoltů na výstupu z antény. Z toho lze, zjednodušeně řečeno, usoudit, že parabolická anténa o ploše nejméně 1 m^2 by již měla být schopna dodat signál umožňující jeho indikaci, po kmitočtové bezeztrátové konverzi, běžně citlivým televizorem. Na tomto poznatku je dále ukázána částečná možnost amatérského experimentování s příjmem televizního signálu z družic.

Zjednodušení požadavků

Při snaze o stavbu přijímacího komplexu je, jak z předchozích úvah vyplývá, celá řada podmiňujících parametrů, z nichž každý má zásadní vliv na úspěch či neúspěch při příjmu žádaného signálu. K těm nejzákladnějším patří:

- pro daný typ vnější jednotky použitá správná velikost kvalitní parabolické antény, její přesné nasměrování na družici, tj. dodržení azimutu i elevace a případně i natočení přesného úhlu polarizace tak, aby přijatý signál měl na vstupu do vnější jednotky maximálně dosažitelnou úroveň,
- správná činnost vstupních vlnovodných, předzesilovacích a směšovacích laděných obvodů vnější jednotky, jejich přesné nastavení na přijímaný kmitočet včetně přesného nastavení místního mikrovlnného oscilátoru,
- dokonalé zabezpečení proti značně vysoké možnosti nakmitávání obvodů vnější jednotky a proti nežádoucímu vyzařování harmonických produktů místního oscilátoru,
- velký zisk při požadované šířce přenášeného pásma a vysoká stabilita prvního mezifrekvenčního zesilovače i vhodné bezeztrátové propojení vnější jednotky s vnitřní jednotkou,
- vysoce jakostní konstrukce a následné přesné nastavení obvodů kanálového voliče ve vnitřní jednotce i kvalitní funkce druhého mezifrekvenčního zesilovače včetně kmitočtového demodulátoru a dalších potřebných obvodů,
- zajištění obvodů vnitřní jednotky proti nakmitávání, na které jsou vzhledem k vysokému zpracovávanému kmitočtu, zisku i šířce přenášeného pásma značně náchylné,
- dobrá stabilita modulátoru pomocného vysílače i připojeného televizního přijímače.

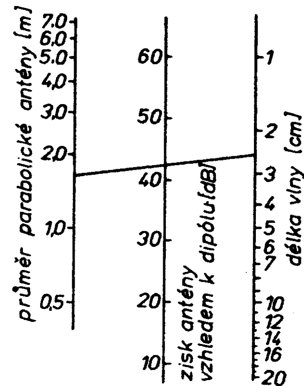
Pro kvalitní příjem televizních pořadů z družic je třeba dokonale zabezpečit každý z uvedených požadavků.

Při amatérském experimentování lze některé z uvedených požadavků omezit, nebo i vypustit příslušnou část obvodu a tím zjednodušit přenosovou cestu. Ovšem za cenu zhoršení (i podstatné) kvality signálu. Spokojíme-li se však v první fázi zkoušek jen s tím, že signál vůbec nějak zachytíme i bez zasynchronizování obrazu či jen zkreslený zvuk, můžeme celý přenosový řetězec podstatně zjednodušit. Dalšími úpravami pak můžeme již jednou zachycený signál postupně vylepšovat. Proto, abychom signál z družice v tak nízké kvalitě zachytili vystačíme pouze se třemi nepostradatelnými částmi přijímací soustavy a obrovskou dávkou trpělivosti. Tou první je dostatečně rozměrná (kolem 2 m), přesně na družici nasměrovaná parabola, druhou, jakostní vnější jednotka pokud možno s přeladitelným mikrovlnným oscilátorem. Třetí částí je mezifrekvenční zesilovač zapojený mezi vnější jednotku a anténními zdířkami běžného, nejlépe staršího televizního přijímače s klasickým vícestupňovým mezifrekvenčním zesilovačem.

Princip podstatně zjednodušeného zapojení i nastavení spočívá v tom, že se přijatý signál převede přeladěním mikrovlnného oscilátoru na vnější jednotce přímo na kmitočet odpovídající příslušnému kanálu ve IV nebo V televizním pásmu. Mezifrekvenčním zesilovačem je v tomto případě běžný anténní, nejlépe dvoustupňový předzesilovač, úzkopásmově laděný na určitý — např. padesátý kanál (čím vyšší tím líp). Televizní přijímač s příjmem v pásmu UHF se rovněž naladí na tento kanál. Mikrovlnným oscilátorem nastavený rozdílový kmitočet vytvoří ve směšovači vnější jednotky s přijímaným signálem kmitočet padesátého kanálu, který již televizor umí do určité míry zpracovat. Signál, ve značně zkresleném tvaru projde úzkopásmově laděnými obvody televizního přijímače a na boku rezonanční křivky amplitudového demodulátoru se kmitočtově demoduluje, což se vizuálně či zvukově projeví na obrazovce či v reprodukci (nikoli současně). Nastavení je tedy závislé pouze na přesném nasměrování paraboly a naladění mikrovlnného oscilátoru tak, aby rozdílový kmitočet spadal do pásma příslušného kanálu. Naladění oscilátoru ve vnější jednotce je však značně jemné a obtížné, neboť poměr mezi oscilátorovým a mezifrekvenčním kmitočtem (50. kanál) je zhruba 25:1. Při nasměrování paraboly na družici ECS 1, kde je obsazeno 11 kanálů, lze však takto při velké dávce trpělivosti a štěstí některý kanál zachytit. Blokové schema zjednodušeného zapojení je na obr. 5.

Parabolická anténa

Prvořadým předpokladem úspěchu je správně navržená a dostatečně rozměrná parabolická anténa. Čím je



Obr. 6. Nomogram výpočtu paraboly

Minimální průměry parabolických antén potřebné pro příjem současných televizních družic.

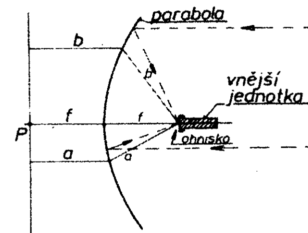
Družice	*Vysílací anténa*	*Program*	*Průměr paraboly*
EUTELSAT I-F1	západní svazek	Teleclub FilmNet SAT1 Super Channel RAI UNO Europa TV5 3 SAT World Net Sky Channel	1,8
	Východní svazek	RTL plus	1,8
EUTELSAT I-F2	záp. vých. svazek	NRK WorldNet	1,8
INTELSAT V-F2	západní svazek	SVT-1 SVT-2 NWC	1,8
INTELSAT VA-F11	západní svazek	Children's Ch. Lifestyle Arts Channel Screen Sport	2,4
	východní svazek	MTV-Europa CNN	1,5
INTELSAT VA-F12	západní svazek	3 SAT WDF BR3 Music box Eins Plus Eureka TV	1,5
TELECOM 1B	východní svazek	La Cing M6 PTT	1,8
Plánované družice Canal J			
ASTRA F1	-		0,9
TV-SAT F1	-		0,75
TDF 1	-		0,75
DFS Kopernikus	-		1,2

Parabolická křivka
$x = y^2/4\ F$
pro průměr zrcadla 2 m [F = 1m]

y [cm]	*x [cm]*
10	0,25
20	1,00
30	2,55
40	4,00
50	6,25
60	9,00
70	12,25
80	16,00
90	20,25
100	25,00

Tab. 2 — Parametry družic a jejich pozice podle WARC BS 77

stát	pozice druž.	bod zamíření zeměpisná délka	bod zamíření zeměpisná šířka	parametry svazku v. osa	parametry svazku m. osa	orientace	kanály	p
ČSSR	1° záp	17.3	49.3	1.47	0.6	170.64	3, 7, 11, 15, 19	L
NDR	1° záp	12.61	52.11	0.83	0.63	172.28	21, 25, 29, 33, 37,	L
PLR	1° záp	19.31	51.88	1.46	0.64	162.0	1, 5, 9, 13, 17	L
MLR	1° záp	19.5	47.25	0.92	0.6	176.0	22, 26, 30, 34, 38	L
NSR	19° záp	9.6	49.9	1.62	0.72	147.4	2, 6, 10, 14, 18	L
Rak.	19° záp	12.2	47.5	1.14	0.63	166.23	4, 8, 12, 16, 20	L
SSSR	23° vých	36.0	47.0	3.7	1.43	153.0	27, 31, 35, 39	L
SSSR	23° vých	24.75	56.7	0.88	0.64	12.0	3, 7, 11, 15, 19	L



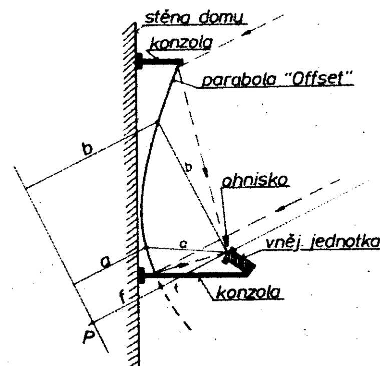
Obr. 9. Profil a konstrukce paraboly. Každý bod paraboloidu má stejnou vzdálenost od roviny p a ohniska paraboly

Technické údaje některých stávajících satelitů systému PDS

EUTELSAT 1F1 (ECS-1) — pozice 13° východně
EUTELSAT 1F2 (ECS-2) — pozice 9° východně
INTELSAT V-F-04 — pozice 27,5° západně
INTELSAT V-F-01 — pozice 60° východně
SES ASTRA (připravuje se), — pozice 19° východně má mít 16 mezinárodních programů v řadě evropských řečí. Výkon 45 W.
Satelity mají výkon 10 W, kmitočtové pásmo 10,95 až 11,70 GHz s horizontálně i vertikálně polarizovanými signály

Tab. 3. Azimut a elevace pro krajská města ČSSR

místo	pozice družice 19° záp. azimut	19° záp. elevace	1° záp. azimut	1° záp. elevace	23° vých. azimut	23° vých. elevace
Praha	220.7	24.5	199.8	30.7	168.9	32.0
Ústí n. L.	220.1	24.2	199.2	30.3	168.5	31.4
Plzeň	219.8	25.2	198.6	31.3	167.5	32.3
České Budějovice	221.2	25.4	200.2	31.9	168.8	33.2
Hradec Králové	222.2	23.8	201.5	30.3	170.7	32.1
Brno	223.3.	24.2	202.8	31.1	171.6	33.2
Ostrava	224.9	22.9	204.6	30.0	173.9	32.7
Bratislava	224.4	24.7	203.7	32.0	172.1	34.4
Banská Bystrica	226.3	23.3	206.0	30.8	174.9	34.0
Košice	228.4	22.2	208.6	30.1	177.7	34.1



Obr. 10. Paraboloid typu „Ofset" umístěný na stěně budovy. Rovina p má sklon k příslušné družici

průměr antény větší, tím větší je i její účinná plocha a vyšší úroveň přijímaného signálu. Zužuje se však její vyzařovací (příjmový) úhel. A zde nastává pro individuální příjem určitý rozpor. Větší signál z antény umožňuje konstrukci přijímače s menším ziskem a větší stabilitou, ale nasměrování takové antény na signál družice je značně obtížné, a sebenepatrnější posun antény ze směru znamená citelný pokles i ztrátu signálu. Parabola o průměru 1,7 m dává při přesném nasměrování uspokojivý signál, ale vyzařovací úhel již má jen 1°. Při odchylce ±1° od bodového zdroje vysílače, klesá úroveň přijímaného signálu na méně jak 50 % původního signálu.

Lze ovšem použít i parabolu o menším průměru (např. 0,7 m), která má podstatně širší vyzařovací úhel, ale vstupní obvody včetně konvertoru musí mít extrémní zisk, který lze v současné době dosáhnout pouze se speciálními prvky a obvody prakticky běžně nedostupnými. Širší vyzařovací úhel antény má však i další negativní dopad. Vzhledem ke značnému množství různých telekomunikačních družic (ale i pozemních zařízení, kde v pásmu 12 GHz jsou např. spojové služby energetiky) na stacionární dráze, je velké nebezpečí vzniku rušivých interferencí se signály jiných družic, které zcela znemožňují jakýkoli příjem.

Protože lze předpokládat, že v amatérských podmínkách se může uplatnit řada negativních vlivů zhoršujících šumové vlastnosti přijímače či snižující jeho zisk, je nutné kompenzovat tento případný nedostatek velikostí paraboly. Vnitřní povrch paraboly musí být naprosto přesný. Největší dovolená odchylka, nepřesnost od ideálního parabolického průběhu je $\lambda/16$. Nerovnost jen několik milimetrů již snižuje její zisk až o polovinu (4 až 6 dB). Při pečlivém provedení odrazné plochy zrcadla paraboly lze dosáhnout u průměru 1,5 m zisku kolem 40 dB a u průměru 2 m 43 až 45 dB. Zisk parabolické antény vypočteme ze vztahu $C = 3,95\ (D/\lambda)^2$, nebo určíme z nomogramu na obr. 6.

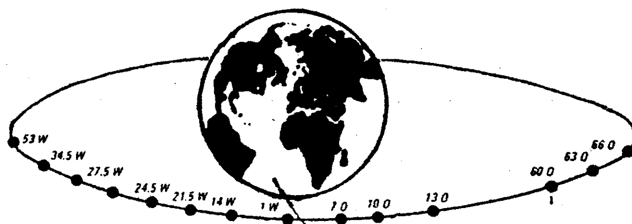
Prvky prostorového zaměření antény pozemské stanice k družici jsou azimut a elevace. Azimut je úhel mezi místním poledníkem pozice dané stanice a spojnicí k poledníku, nad kterým je družice umístěna (subsatelitní bod) počítaný od severu směrem na východ. Elevace je úhel mezi vodorovnou rovinou (tečná rovina k povrchu Země) v místě pozemské stanice a osou svazku antény pozemské stanice. Při pokusech o zachycení signálu geostacionární družice je nutno vyhledávat skutečnou polohu v rozmezí ±0,5° od vypočtených hodnot. Polohy některých družic na stacionární dráze jsou na obr. 7, azimut a elevace pro naše krajská města v tab. 3.

Parabolická anténa, její parabolické zrcadlo, (obr. 8) se vyrábí různými způsoby. Starší způsob je kovotlačitelský z jednoho kusu hliníkového plechu nebo ze segmentů. Velmi vhodná a v poslední době se rychle rozvíjející, je technologie termoplastů a zejména vrstvených laminátů s kovovou vložkou ve tvaru sítě nebo z hliníkové fólie.

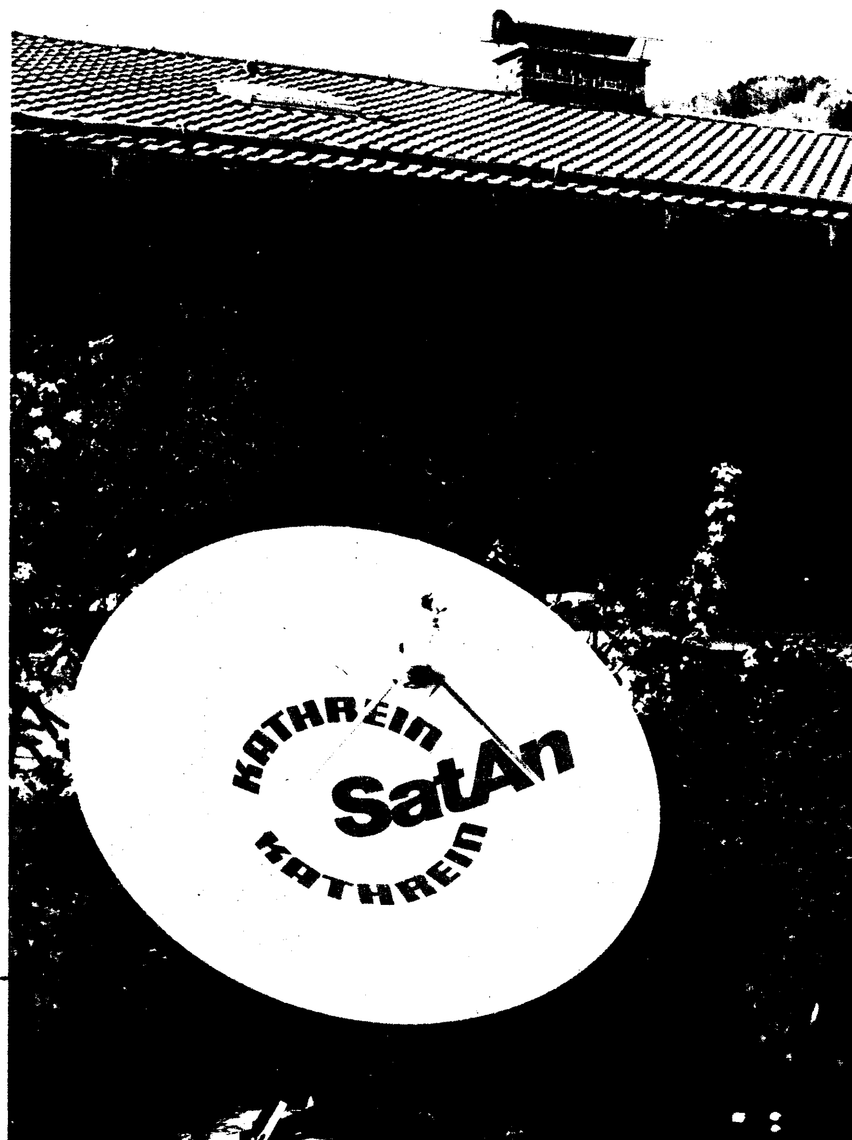
Základem výroby paraboly ze skelného laminátu je přesné kopyto, na které se laminátové pláty nanášejí. Pro parabolu o průměru 1,7 m, která se jeví jako nejvhodnější, s šířkou svazku kolem 1° a ziskem při pečlivém provedení 43 dB je ohnisková vzdálenost f = 510 mm. Vnější jednotka pak tvoří společně s parabolou jeden blok a je společně s vlnovodným vstupem, depolarizátorem a dalšími obvody jednotky upevněna za ohniskem třemi tyčemi zachycenými na obvodu paraboly do otvorů nebo vhodných ok rozložených po 120°. Vlastní parabola musí být zpevněna nejméně třemi příčnými výztuhami a zpevňovacím mezikružím, aby nedocházelo k její deformaci. Výztuhy mohou být kovové, dřevěné nebo laminované. Schematický nákres paraboly je na obr. 9.

Vlastní kopyto pro laminování v podobě rotačního paraboloidu je možné vyrobit z kvalitní jílové nebo jemné betonové hmoty. Nejvýhodnější ovšem

Seznam evropských družic, které jsou v současné době na oběžné dráze a vysílají v pásmu 11 GHz, přineseme v AR A 1/1988.



Obr. 7. Polohy družic na stacionární dráze



Obr. 8. Parabolické zrcadlo firmy Kathrein ukotvené na zemi, kde snázeji odolává povětrnostním vlivům. Z těchto důvodů se zásadně nedoporučuje na střeše, vyjma případů, kdy není ze země přímá viditelnost. Také čištění paraboly je takto snazší (znečištění či vrstva sněhu značně snižují její zisk)

je, máme-li možnost vylaminovat si vnitřek již průmyslově vyrobené paraboly. Při výrobě kopyta z tvárné hmoty je třeba si vyrobit vhodnou šablonu s průběhem povrchu paraboly, kterou upevníme otáčivě na vrcholu v pevném ložisku a otáčením po vrchlíku paraboloidu zajistíme dokonalý parabolický průběh i hladký povrch. Po zatvrdnutí celý povrch několikrát přejedeme hrubším smirkem a ještě zkontrolujeme a upravíme případné drobné nerovnosti. Vnitřní povrch hotové paraboly lze buď vylepit alobalem, nebo vystříkat vodivým lakem. Při laminování paraboly současně vlaminujeme příslušné zpevňovací vzpěry i úchyty pro ukotvení.

Ohniskovou vzdálenost a tím i tvar parabolického zrcadla lze volit různě. Při její konstrukci bychom však vždy měli vycházet z úhlu, který svírá parabolou odražený paprsek směřující do ohniska (vlnovod zářiče) s paprskem přicházejícím. Čím je úhel otevřenější, tím více je odražená energie rozptýlena do okolí mimo ústí vlnovodu. Proto se snažíme volit parabolu raději plošší, se vzdálenějším ohniskem, než obráceně, aby účinnost byla co nejvyšší.

Výhodnější mechanické vlastnosti má konstrukce parabolického zrcadla, která se začíná v poslední době u příjmu televizních signálů z družic stále více uplatňovat, pod obchodním označením „Offset — Spiegel". Zrcadlo je výsečí rozměrnějšího paraboloidu. Tím je ohnisko, do kterého se paprsky soustředí, částečně vystředěno a při vhodném vyosení vstupního vlnovodného otvoru vnější jednotky lze zamezit zastínění paraboly. Určitou nevýhodou je nižší účinnost antény zaviněná odklonem od kolmice na směr paprsků, které na ni od družice přicházejí. Aby nedocházelo k fázovému zpožďování odražených signálů od zrcadla do ohniska musí i tato výseč přesně sledovat průběh paraboly.

U antény „Offset" je omezena možnost vzniku nežádoucího jevu, kdy signál přicházející na střední část klasické paraboly je ve stejné rovině se signálem od ní odraženým do ohniska, avšak již v protifázi. Vzájemné odčítání přímého a odraženého signálu působí ztráty na zisku antény. Na obr. 10 je schematická konstrukce parabolické výseče (na obr. 2a je fotografie), kterou lze výhodně upevnit i ve svislé poloze, jak je patrno z obrázku, na kolmou stěnu domu, která je přivrácená k jihu. Prostor zabíraný touto anténou je relativně menší, menší je i její účinná plocha, manipulace s ní a ochrana proti povětrnostním vlivům je však snazší a jednodušší je i její upevnění. Tvar a velikost kopyta její výroby musí vycházet z celého paraboloidu. Výše zmíněná firma Conrad nabízí pro zájemce, zejména z řad radioamatérů tuto anténu, která má průměr asi 1 metr a je výsečí dvoumetrové paraboly, vyrobenou z polyuretanového laminátu s vysokou odolností proti ohybu, teplotě a větru, za 398 DM. Její hmotnost i se svislým držákem je 2,9 kg.

Vnější jednotka

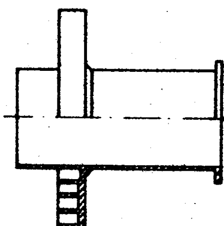
Zářiče (napáječe) mohou být různého typu. S přímým vstupem vf energie odražená parabolou do ohniska, tedy napájením zepředu, nebo s parabolickou odraznou — reflektorovou — miskou čili napájením zezadu. Při napájení zepředu je zářičem buď trychtýřová anténa, nebo kruhový vlnovod s tlumivkovým límcem. Trychtýřový zářič je vlnovodné vedení rozšířené do tvaru trychtýřové antény. Indukční tlumivkový límec kruhového vlnovodného ústí (obr. 11) zamezuje vzniku povrchových proudů na vlnovodu a výhodněji koncentruje přijímaný signál do kruhového ústí.

Při napájení zářiče odraženou energií zezadu se používá kruhových štěrbin umístěných v ohnisku parabolické misky, která se nachází v ohnisku paraboly. Zářiče tohoto typu se užívají u rozměrnějších anténních systémů a na nižších kmitočtech.

Nejnovější parabolické antény s napájením zezadu využívají jako odražeč v ohnisku paraboly hyperboloid, který odráží paprsky do ústí konvertoru umístěného za parabolou. Hyperboloidní odrazná plocha o průměru kolem 30 cm soustřeďuje paprsky již s malým úhlem rozptylu, což poněkud zvyšuje účinnost antény.

V poslední době se začíná u systémů napájení zepředu používat tzv. „tištěných anténních zářičů" přímo vázaných na mikropásmové vedení mikrovlnných integrovaných obvodů vnější jednotky. Je to vysoce jakostní průmyslová technologie umožňující vypuštění vlnovodných vstupních částí, zatím však v etapě výzkumu.

U kruhově polarizovaného signálu je z hlediska výrobní pracnosti jednodušší použít šroubovicovou anténu proti klasickému vlnovodnému provedení. Soustava nevyžaduje ani depolarizátor s vlnovodným přechodem, neboť spirálu lze vhodným impedančním přizpůsobením odbočkou na spirále, přímo připojit na vstupní díl přijímače. Nejvýhodnější je kónická spirálová anténa s pěti závity, která má jak vyhovující polarizační oddělení, tak i dostatečnou šířku svazku proti válcové spirálové anténě, pro ozáření celého povrchu paraboly. Vrcholový průměr kónické spirály odpovídá čtvrtině vlnové délky,



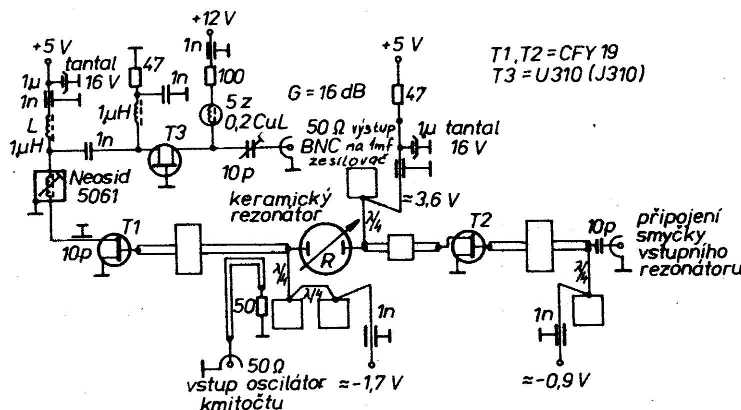
Obr. 11. Vlnovodné ústí s tlumivkovým límcem

spodní, největší má průměr celovlnný. Konec spirály je vodivě připevněn na reflektorový kotouč o průměru dvou vlnových délek. Odbočka vedená středem kotouče je přibližně ve čtvrtině délky jednoho závitu spirály od konce vodivě připevněného ke kovovému reflektorovému kotouči. Polohou prvého závitu případně úpravou odbočky lze dosáhnout vhodné impedanční přizpůsobení na vstupní obvody přijímače. Kónickou spirálu se stoupáním závitů o čtvrtinu střední vlnové délky lze vyrobit z postříbřeného páskového vodiče, navinutého na kónický plášť z vysoce jakostního izolačního materiálu (teflon, duorit, korundová keramika apod.).

K vybuzení toku vysokofrekvenční energie, parabolou přijímaného lineárně polarizovaného signálu, se v současné době ponejvíce používá ústí kruhového vlnovodu s již zmíněným indukčním tlumivkovým límcem. Průměr a délka kruhového vlnovodného rezonátoru jsou přímo závislé na rezonanční délce vlny. Nejvýhodnější je poměr $l = D$. Na tento kruhový rezonátor o délce $0{,}7\lambda$ je přímo napojen obdélníkový vlnovod elektrickou nebo magnetickou štěrbinovou vazbou. Délka tohoto rezonátoru je přímo závislá na druhu vidu elektrického nebo magnetického pole [viz lit. 4 a 5] a určuje také polarizaci signálu. Obdélníkový vlnovod je na konci uzavřen. V jedné čtvrtině vlnové délky od uzavřeného konce vlnovodu je sonda — buď drátová indukční smyčka — magnetická vazba, která má konec vodivě spojený s pláštěm vlnovodu, nebo vysokoimpedanční nezemněná anténka — kapacitní vazba, kterou se v ní vybuzená vf energie odvádí na vstup předzesilovacího stupně.

Průměr vnější válcové části vlnovodu má otvor rovnající se 0,7 délky přijímané vlny, vlnová tlumivka vytváří soustředná mezikruží v kruhové kovové desce o průměru cca 80 mm umístěné u ústí vlnovodu. Mezikruží mají hloubku 5 mm s mezerou $\lambda/4$ a tloušťkou stěny 1 mm. Zadní část kruhového vlnovodu je uzavřena víkem s otvorem (štěrbinou) pro obdélníkový vlnovod. Rozměr širší stěny a tohoto vlnovodu má být větší než $0{,}5\ \lambda$, aby pracovní vlnová délka λ byla menší než kritická vlnová délka. Šířka užší stěny vlnovodu není rovněž kritická, má však být menší než $0{,}5\ \lambda$. Nejvýhodnější rozměr delší strany vlnovodu $a = 0{,}7\ \lambda$ a kratší strany $b = 0{,}35\ \lambda$. Délka vlnovodu odpovídá vlnové délce přijímaného kmitočtu. Jednotlivé části vlnovodu jsou z mosazi, sesazované k sobě co nejtěsněji. Vzniklé spoje je nutno pájet vždy na vnější straně. Vždy je třeba dbát, aby pájka nevtekla dovnitř. Vnitřní povrch vlnovodu nemusí být stříbřen, ale měl by být vyleštěný do zrcadlového lesku. Použije-li se rozměrnější konvertor umístěný mimo účinnou plochu paraboly, jeho vstup se propojí s ústím zářiče v ohnisku vlnovodným vedením typu R 100, které má podle IEC (Mezinárodní elektrotechnická komise) vnější rozměry 25,4 × 12,7 mm a vnitřní 22,86 × 10,16 mm a přenášející nejnižší mezní kmitočet zhruba 6,5 GHz, nebo vlnovodem R 140 s rozměry 17,83 × × 9,93 mm a vnitřními 15,799 × × 7,899 mm s mezním vlnovým kmitočtem 9,8 GHz.

Signál nakmitaný v otevřeném ústí vlnovodu se přivádí vf sondou na vstupní obvod mikrovlnného předzesilovacího tranzistoru a odtud přes mikrovlnné páskové laděné vedení ke směšovači. Na směšovač se zároveň přivádí i signál z místního mikrovlnného oscilátoru. Na rozdíl od běžných vysokofrekvenčních obvodů jsou na mikrovlnné obvody v pásmech centimetrových vln kladeny mnohem vyšší požadavky, diktované vlastním fyzikálním principem i charakterem šíření signálů o kmitočtech nad 1 GHz. Toto musí být respektováno jak v materiálové tak výrobní technologii i tomu odpovídajícím návrhem obvodových struktur. Vliv podložky plošného obvodu (spoje) na elektrické parametry lze považovat za jeden z primárních faktorů, limitujících výsledný charakter celé struktury. Vyhovující vlastnosti lze získat pouze s využitím podložek, které obecně musí splňovat řadu požadavků.



Obr. 12. Zapojení vnější jednotky, předzesilovač a směšovač

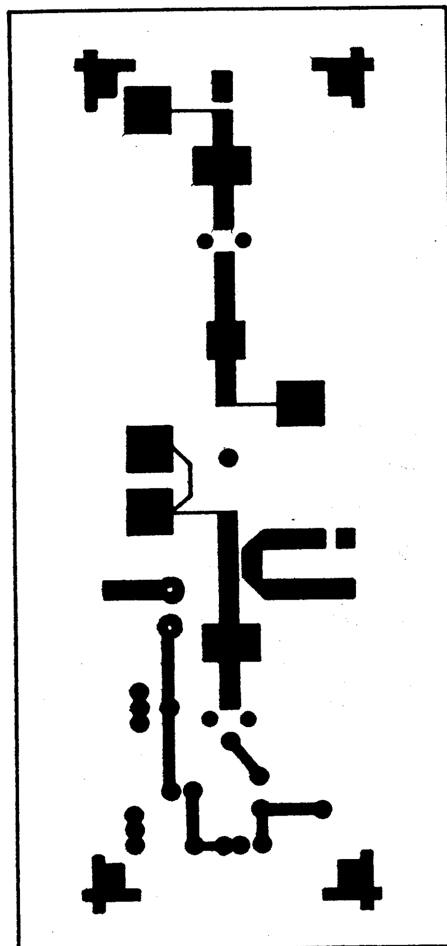
Nejužívanějším typem materiálů pro podložky vstupních mikrovlnných obvodů jsou korundová keramika, neboli vysoce čistý slinutý korund, tavený křemen, safír a duorit, což je teflon plněný SiO_2. Jde tedy o materiály drahé a velmi těžko dostupné.

Vnější jednotky, je-li k dispozici silnější signál z paraboly o průměru větším jak 3 m, lze zjednodušit přivedením vstupního signálu přímo na mikrovlnný diodový směšovač. Směšovací obvody jsou tak připojeny přímo na výstup z vlnovodného vedení. Musí však být vybaveny řadou pasivních obvodů a filtrů tak, aby při dosažení ještě přijatelné konverze byly ztráty nejvýše 5 až 6 dB. Při tom je nutné, aby byly dostatečně potlačeny principiální nedostatky diodového směšovače, kromě jiného i velký počet výstupních směšovacích produktů. Způsobů, jak tohoto stavu dosáhnout, existuje několik, ale všechny jsou závislé na vlastnostech použitelných elementárních obvodových struktur, jejichž přesný návrh je výlučně záležitostí moderní výpočetní techniky.

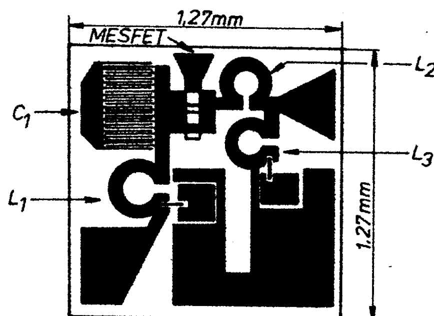
Z hlediska dosažení co největší užitečné citlivosti i zrcadlové selektivity je nanejvýš žádoucí předřadit před obvod směšovače alespoň jednostupňový nízkošumový předzesilovač s tranzistorem MESFET z arzenidu galia a obdobný tranzistor použít i ve směšovači. Výhodně se tak změní i požadavky na šumové a zesilovací vlastnosti následujících stupňů přijímače.

Obvody předzesilovače a směšovače

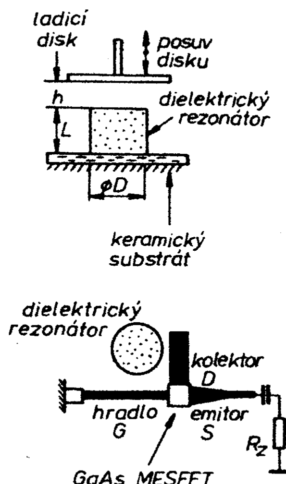
Klasické dutinové či koaxiální vlnovodné rezonátory laděné kapacitním pístem či pomocnými indukčními pahýly (šroubky) nejsou již běžným vybavením vstupních a směšovacích obvodů vnější jednotky. Dnes jsou v produkci vyspělých zahraničních výrobců, díky vysoce jakostním podložkám a mikrovlnným tranzistorům, běžná pásková laděná vedení či mikropáskové laděné struktury v hybridních mikrovlnných obvodech. Nejnověji se začínají objevovat i monolitické mikrovlnné integrované obvody.


Obr. 13. Způsob rozložení spojů a páskových vedení na desce z duoritu nebo korundu

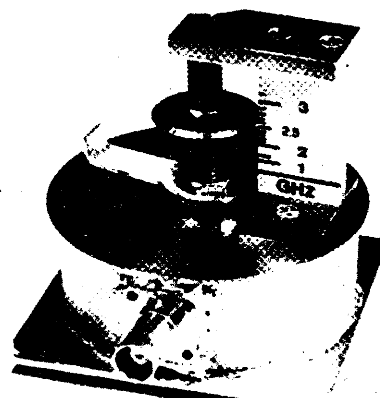
Zapojení předzesilovacích a směšovacích obvodů vnější jednotky technologií páskového vedení s rozprostřenými parametry *RLC* je na obr. 12. Jejich skutečné provedení je na „desce plošných spojů" na obr. 13. Tato deska je z duoritu typ 5870 o tloušťce 0,79 mm s postříbřenou měděnou fólií o síle 0,35 µm, u nás naprosto nedostupný. Všechny součástky jsou pájeny technikou plošné povrchové montáže



Obr. 14. Zvětšená fotokopie mikrovlnného monolitického integrovaného obvodu



Obr. 15. Obvod oscilátoru s dielektrickým rezonátorem: a) ladění rezonátoru; b) umístění rezonátoru u tranzistoru; c) obvod oscilátoru a směšovače



Obr. 16. Dutinový rezonátor pro pásmo 2 GHz

a jejich rozměry musí být hluboko pod desetinou vlnové délky (menší než 1 mm). Rozměry jednotlivých pásků a plošek rozložených na izolační podložce odpovídají zpracovávaným kmitočtům a jsou značně kritické. V programu pro jejich výpočet počítačem jsou desítky parametrů, z nichž nejdůležitější, kromě vlnové délky, je řada charakteristických vlastností dané podložky, vlastnosti použitého tranzistoru a další. Pro přeladění se používá dielektrický rezonátor R (viz oscilátory). Použitý tranzistor typu CFY18 má délku hradla 0,5 μm, což ukazuje na jeho vysokou náchylnost ke zničení. Stačí jej vzít neodborně do prstů a můžeme si nechat (v zahraničí) shánět nový. Jeho cena se pohybuje kolem 80 DM a je velmi obtížně sehnatelný i v západních zemích. U nás tranzistor obdobného typu zatím neexistuje. TESLA — VÚST vyvinul tranzistor do 8 GHz s šumovým číslem 4 dB a ziskem na tomto kmitočtu 6 dB. Jeho předpokládaná cena po roce 1988 ve velkoobchodním tarifu má být přes dva a půl tisíce korun. Pokud se podaří vyvinout tranzistor na 12 GHz uspokojivých parametrů i pro širší kmitočtové pásmo, pak si zatím vůbec nelze představit jeho maloobchodní cenu (a stačí neodborný dotyk a nemáme nic).

V současné době je dosti rozšířený mezistupeň, hybridní mikrovlnný předzesilovač. Je osazen tranzistorem MESFE typu GAT6 nebo CFY18 s délkou hradla 0,5 μm, minimálním šumovým číslem na kmitočtu 12 GHz okolo 2,2 dB a příslušným výkonovým ziskem 9 dB. Přizpůsobovací články na vstupu i výstupu jsou vytvořeny z diskrétních indukčností a kapacit subminiaturního provedení, které umožňují moderní technologické výrobní postupy s vysokým stupněm rozlišení.

Nejmodernější monolitické mikrovlnné integrované obvody, které se pozvolna začínají prosazovat ve vnějších jednotkách, se zhotovují na substrátu z arsenidu galia o tloušťce 0,10 až 0,25 mm. Na této podložce je zhotoven mikroobvodovou technologií celý jednostupňový monolitický integrovaný zesilovač. Jeho zvětšená mikrofotografie je na obr. 14. Také zde je vidět, že celý mikrovlnný obvod je řešen technikou diskrétních i když rozměrově nepatrných součástek. Výkonový zisk předzesilovače se pohybuje kolem 7,5 dB a šumové číslo je menší než 3 dB.

Mikrovlnný oscilátor

Tak jako v předzesilovacích obvodech i v zapojení mikrovlnných oscilátorů dochází v posledních létech k výraznému posunu. Gunnovy mikrovlnné diody, kdysi téměř výhradně používané v obvodech těchto oscilátorů, jsou dnes ve vyspělých zemích nahrazeny tranzistory MESFE. U nás se občas objeví (mezi lidmi, ne v prodeji) diody sovětské, či TESLA-VÚST. Je-li Gunnova dioda z arzenitu galitého zapojena v elektrickém poli koaxiálního oscilátoru, pak vlivem vzniku záporného diferenciálního odporu, který je daný přenosem elektronů různé pohyblivosti (prostorová fluktuace domén s vysokou intenzitou elektrického pole) ve vodivostním pásu polovodiče, dochází k extrémně rychlým proudovým změnám. Doba průletu elektronů (domén — proudových změn) je daná tloušťkou aktivní vrstvy (vzdálenost mezi katodou a anodou). V laděném obvodu koaxiálního rezonátoru proudové změny vybudí oscilace. Vzniklý kmitočet lze řídit hruběji ladicím pístem rezonátoru a jemněji změnou napájecího napětí. Konstrukce diodového oscilátoru tedy vyžaduje rezonátor vysoké jakosti.

Dlouhodobé kmitočtové stability, která je u mikrovlnných oscilátorů bezpodmínečně nutná, nelze dosáhnout laděnými mikroobvody či páskovými mikrovlnnými obvody. Musí být rovněž použity dutinové rezonátory, ač jsou obtížněji vyrobitelné i pracněji nastavitelné, nehledě na jejich rozměrnost. V současné době se však již upustilo nejen od oscilátorů s Gunnovou diodou, ale také od konstrukce s dutinovým rezonátorem. Dnes se výhradně používá nových, tzv. dielektrických rezonátorů.

Keramické dielektrické rezonátory jsou vysoce stabilní rezonanční prvky určené pro mikrovlnné, zejména integrované, obvody. Na rozdíl od klasického dutinového či koaxiálního rezonátoru, kde dochází k rezonanci v prostoru (dutině) uzavřeném kovovými stěnami a laděném změnou objemové velikosti tohoto prostoru, je dielektrický rezonátor „otevřený", tj. má tvar keramického válce, prstence či hranolu bez pokovených stěn, a je umístěn ve volném prostoru.

Možnost využít dielektrika jako rezonátoru v oblasti mikrovlnných kmitočtů je známa téměř padesát let. Ale teprve rozvoj družicových spojů a potřeby malých lehkých rezonančních obvodů s vysokým činitelem jakosti dal podnět k rychlému rozvoji této dnes nově objevené technice, kterou navíc umožnily rozvinout a vysoce zkvalitnit nové dielektrické materiály, dříve nedostupné. Keramické dielektrikum rezonátoru má definovanou permitivitu, velmi malé dielektrické ztráty a předem volitelnou hodnotu tepelného součinitele rezonanční frekvence vlastního keramického dielektrického rezonátoru. Jde tedy o vylepšenou kondenzátorovou keramiku známou pod označením stabilit. Pro keramické rezonátory má označení M a následné číslo označuje hodnotu relativní permitivity (M75 do kmitočtu 4 GHz, M42 do 12 GHz, M36 až do 18 GHz a nejnovější a nejjakostnější má označení M34). Čím je číslo permitivity nižší, tím vyšší je jakostní součin $Q \cdot f_r$ a rezonátor může být použit v celém rozsahu rezonančních mikrovlnných kmitočtů až po nejvyšší dosažitelný. Předními výrobci keramických hmot a z nich vyráběných rezonátorů jsou známé firmy Siemens a Murata, ale dobré výsledky v jejich vývojové etapě dosahuje i náš VÚEK v Hradci Králové.

Jakostní součin keramického rezonátoru v daném kmitočtovém pásmu je záležitostí poměru délky k průměru (L/D) válce. Nejvyšší jakosti srovnatelné s jakostí dutinových rezonátorů se dosahuje při poměru L/D kolem 0,4. Pro pásmo 2,5 cm se používá rezonátoru o max. průměru 5 mm a výšce 2 mm. Je to tedy rozměrově i co do hmotnosti nepatrný prvek ve srovnání s kovovým dutinovým rezonátorem.

Keramický dielektrický rezonátor je použitelný jako laděný prvek v mikrovlnných oscilátorech i modulátorech, propustích a zádržích mikrovlnných

pásmových filtrů, v laděných mikrovlnných diskriminátorech a v dalších laděných obvodech. Upevňuje se přímo u mikropáskového vedení v hradle kolektoru oscilátorového tranzistoru. Mechanicky, změnou vzdálenosti kovového disku umístěného nad dielektrickým rezonátorem, je možné přelaďovat rezonanční kmitočet rezonátoru a tím i kmitočet oscilátoru. Oscilátor tak lze přeladit o více jak 1 GHz (obr. 15). Při změnách teploty od —20 do +60 °C je kmitočtová stabilita rezonátoru lepší než ±150 kHz, což je hodnota více než příznivá.

Mikrovlnné oscilátory vnější jednotky se musí vyznačovat velmi vysokým stupněm stability generovaného kmitočtu. Pokud by tomu tak nebylo, je příjem pro značné kolísání a únik signálu neuskutečnitelný. Proto, i když na rozdíl od vf předzesilovače lze v oscilátoru použít tranzistory s délkou hradla dvojnásobnou, tj. 1 μm a tím i cenově mnohem dostupnější (např. CFY19 asi 20 DM), je praktická realizace velmi obtížná. Tím, že keramické rezonátory nejsou zatím nikde běžnou prodejní záležitostí, zůstává amatérský oscilátor v oblasti rezonančních dutin, ponejvíce však na nižších kmitočtech, kde je snázeji vyrobitelný. K získání příslušného vysokého kmitočtu se pak použije vhodného mikrovlnného násobiče. Oscilátor s dutinovým („hrncovým") rezonátorem (obr. 16) laděný kapacitním pístem tak může kmitat v oblasti 2 až 3 GHz a mikrovlnný násobič je laděn v pásmech kolem 5,5 GHz a 11 GHz. Obvody násobiče lze vyrobit technikou páskového vedení na vysoce jakostním podkladu (duorit apod.) v provedení obdobném jako u předzesilovače a směšovače na obr. 12 a 13. Je to však cesta velmi obtížná a v amatérských podmínkách jen výjimečně uskutečnitelná. Doposud nejsou známé vhodné a schůdně dostupné cesty amatérské výroby mikrovlnných oscilátorů s vyhovující stabilitou kmitočtu bez použití dutinových nebo keramických rezonátorů.

Výroba vnější jednotky je tedy záležitostí vysoce profesní a v amatérských podmínkách přinejmenším velmi obtížnou. K vlastní výrobě navíc přistupuje i složitost správného nastavení všech obvodů, což bez odpovídající přístrojové techniky není prakticky možné. Je dostatečně známo, že i při oživování přijímačů amatérské výroby se zpracováváním stonásobně nižších kmitočtů (VKV) bývá řada potíží. Proto i zájemci z řad amatérů v západních zemích dávají přednost koupi vnější jednotky. Její cena, dnes už několik set marek, a v západních zemích běžná dostupnost, vyjdou z hlediska pracnosti i součástek relativně levněji a je zaručený při správném nasměrování anténního systému na družici i vyhovující příjem televizního signálu.

Také u nás již byla v TESLA-VÚST vyvinuta vnější jednotka vhodná pro přijímače jak skupinového tak i individuálního příjmu televizních signálů z družic. Do sériové výroby má přijít v r. 1991. Na tuto dobu se také plánuje spuštění našeho prvního televizního vysílání přes družice na 19 kanálu, tj. na kmitočtu 12 072,72 MHz.

Protože v současné době lze v zahraničí pořídit i samostatně vnější jednotku mnohonásobně levněji než je cena celého přijímacího kompletu, naskýtá se určitá možnost experimentálního dosažení uspokojivého příjmu signálů při jejím získání. Komerčně vyráběné vnější jednotky však nemají přeladitelný oscilátor, proto s nimi nelze jednoduše aplikovat již dříve zmíněný způsob zjednodušeného příjmu družicových signálů. Mikrovlnný oscilátor vnější jednotky je obvykle nastaven na pevný kmitočet s tím, že výstup vnější jednotky na první mezifrekvenční zesilovací stupeň zabírá celou šířku přenášeného pásma. Aby bylo možné obsáhnout celé 800 MHz široké pásmo, ustálila se volba první mezifrekvence v rozsahu 900 až 1700 MHz, nebo při požadavku příjmu pouze poloviny kmitočtového rozsahu 900 až 1300 MHz. Výstupní zesilovací díl vnější jednotky nízkošumově zesiluje žádoucí směšovací produkt — signál první mezifrekvence — a potlačuje produkty nežádoucí. Musí také zajistit nízkoztrátové zesílení celého přenášeného pásma i dobré impedanční přizpůsobení na výstup směšovače. Z těchto důvodů se výstupní díl řeší jako širokopásmový mezifrekvenční zesilovač s předřazeným nízkoztrátovým filtrem. Pokud takový zesilovač již není součástí vnější jednotky je třeba jej rovněž pořídit, neboť ani k jeho stavbě nejsou u nás dostupné součásti. Zesilovač musí být umístěn v těsné blízkosti směšovače a teprve jeho výstup je vyveden na propojovací kabel k obvodům vnitřní jednotky pro další zpracování přijatého signálu. Komerčně vyráběné zesilovače mají zisk až 50 dB, což dává výstupní signál řádově kolem milivoltu. To již je úroveň natolik dostatečná, že ji lze v další části přenosové cesty zpracovat i méně jakostními obvody ze součástek a tranzistorů u nás dostupných.

Konverze do televizního pásma

Zesílený signál první mezifrekvence přichází z vnější jednotky kvalitním souosým kabelem k dalšímu zpracování před vstupem do televizního přijímače. Propojovací kabely jsou speciálního provedení pro kmitočty 1 až 2 GHz. Z kolekce kabelů vyráběných u nás jsou vhodné typy VCCZE 75-12,2 (dříve VFKV 930), nebo VCEZE 75-12,2 (dříve VFKP 980) s útlumem na 1000 MHz na délce 100 m 12 až 13 dB, či VCCZE 75-6,4 (dříve VFKV 920) nebo VCEZE 75-6,2 (dříve VFKP 970) s útlumem cca 18 dB na 100 m při 1 GHz. Firma Kathrein nabízí několik druhů těchto kabelů od průměru 16 mm a útlumu na 100 m délky na kmitočtu 1,7 GHz 13 dB s označením LCM 52 až po tenké kabely s průměrem 5 mm, s útlumem 50 až 85 dB na 100 m. Tenké kabely jsou vhodné k propojení jen na velmi krátké vzdálenosti.

Protože televizní pásmo UHF nesahá nad 900 MHz, je nutný převod přiváděného kmitočtu do pásma, které je televizoru vlastní (od prvního po 60. kanál). Aby bylo možno přeladit jednotlivé kanály dané polarizace, musí se použít kanálový televizní volič. Vyhovující je i upravený konvertor pro II. program, u kterého se zamění stávající tranzistory za tranzistory KF907 s příslušnou obvodovou úpravou. Upraví (zkrátí) se také „vinutí" laděných obvodů a zmenší se kapacita dolaďovacích trimrů, aby konvertor pracoval alespoň ve spodní části požadovaného pásma kmitočtů. Použije-li se běžný kanálový volič pro IV. a V. televizní pásmo, musí se provést obdobná úprava. Výstupní obvod se přizpůsobí podle potřeby na neobsazený kanál.

Signál z výstupu konvertoru (voliče) se již vede přímo na anténní svorky televizního přijímače. Použije-li se starší televizní přijímač, který je vyčleněný jen pro tyto pokusy, lze přímo u něj předělat kanálový volič na příslušné pásmo. Aby konvertor či kanálový volič propouštěl celou šířku pásma kmitočtově modulovaných signálů jednoho kanálu, tj. 25 až 30 MHz, je nutno částečně zatlumit laděné obvody vstupního a směšovacího tranzistoru rezistorem o velikosti cca 100 ohmů. Toto zatlumení je ovšem na úkor zesílení. Obdobným způsobem se musí zatlumit i všechny laděné obvody mezifrekvenčního zesilovače, kde je vhodné použít rezistorů zhruba o poloviční hodnotě, což ovšem opět vede k podstatnému poklesu zesílení přijímaného signálu.

Je přirozené, že před úpravou rozšiřující přenášené pásmo televizorem je již možné prověřit příjem. Dokud se nepodaří zachytit jakýkoli náznak signálů z družice, je úprava televizoru bezpředmětná. Po zachycení signálu je možné upravit i demodulátor v televizním přijímači, což se projeví v podstatném zkvalitnění přijímaného signálu. Úprava spočívá např. v zapojení integrovaného obvodu MAA661 na výstupní obvod mezifrekvenčního zesilovače v televizoru, místo demodulační diody. Obvod signál zesílí a demoduluje. Výsledný signál z vývodu *14* tohoto integrovaného obvodu je pak již veden (přes obvod deemfáze) na videozesilovač a zvukový mezifrekvenční zesilovač k dalšímu běžnému zpracování.

— — —

Článek ukazuje možné cesty experimentálního a poměrně pracného ověřování příjmových možností signálů z družic. Žádá-li se však kvalitní barevný obraz bez zásahu do televizního přijímače, pak je nejvýhodnější pořídit si nejen vnější ale i vnitřní jednotku komerčního provedení, za odpovídající ceny, jak již bylo uvedeno. (V AR-A budeme od č. 1/88 zveřejňovat na pokračování seriál o praktické instalaci a provozu komerčního zařízení).

Použití komerční vnitřní jednotky za drahý obnos je však otázkou její využitelnosti při rozvoji systému RDS v blízké budoucnosti. Proč?

Dosavadní klasický způsob přenosu zvukového doprovodu televizní informace již neodpovídá současným a tím méně budoucím kapacitním a hlavně kvalitativním požadavkům ze strany náročného diváka. Nejde jen o větší dynamiku přednesu, snížení hladiny šumu či přechodu na stereofonní vysílání, ale i o další způsoby přenosu dat a informací v kmitočtovém pásmu jednoho televizního kanálu. Jde především o data typu teletext či reklamních a dalších doplňkových, komerčních i výchovných služeb, které se rychle rozšiřují v televizním mimoprogramovém vysílání vyspělých zemí. Také princip přenosu barvonosných informací uvnitř pásma jasového signálu se u stávajících systémů (PAL, SECAM) vyznačuje omezujícími vlastnostmi vli-

VNITŘNÍ JEDNOTKA

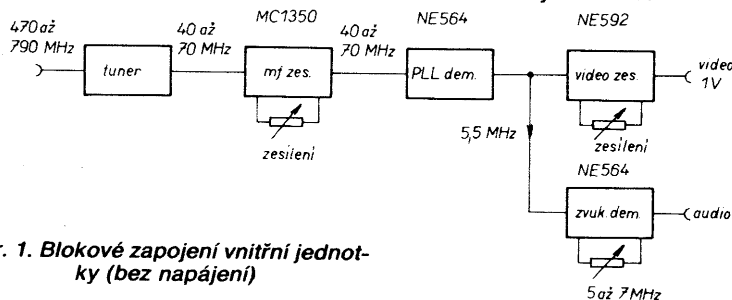
J. Hájek

Celou vnitřní jednotku by sice bylo možno umístit na jedinou desku s plošnými spoji, modulová sestava na několika deskách má však proti tomu řadu výhod. Méně zkušení amatéři mohou snadněji oživovat a kontrolovat jednotlivé celky, obzvláště tehdy, chybí-li jim vysokofrekvenční měřicí přístroje. Jednotlivé moduly pak lze též snadněji vyměnit za lepší a též jsou lépe zvládnutelné různé experimentální práce, například změny norem, příjem družic s odlišným druhem vysílání apod.

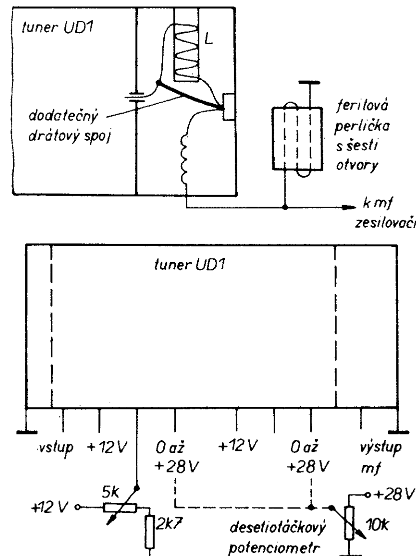
Na obr. 1 je blokové zapojení vnitřní jednotky. Signál prvního mezifrekvenčního kmitočtu se vede na vstup televizního tuneru, který je upraven na širokopásmový a přeladitelný v rozsahu 950 až 1700 MHz. Tuner převádí přijímaný signál na kmitočet druhé mezifrekvence (40 až 70 MHz). Za mezifrekvenčním zesilovačem následuje kmitočtový demodulátor s PLL, na jehož výstupu je obrazový i zvukový signál na pomocné nosné. Všechny obvody jsou řešeny se součástkami zahraniční výroby.

Obrazový signál je zesilován ve videozesilovači s integrovaným obvodem NE592 a je k dispozici na výstupu s malou vnitřní impedancí. Zvukový signál je demodulován druhým obvodem PLL (NE564) a odtud přichází na výstup.

Jako vstupní tuner lze použít jakýkoli běžný televizní tuner. V dále popisovaném zařízení, které vzniklo v součinnosti holandských radioamatérů H. W. Bruina a H. Westra, kteří patří k pionýrům v oblasti VKV techniky na kmitočtových pásmech gigahertzů, byl použit levný tuner UD 1 firmy Valvo. Jedinou jeho úpravou bylo přemostění výstupní mezifrekvenční cívky, což je znázorněno na obr. 2., kde je také rozmístění vývodů a zapojení potenciometrů pro nastavení zesílení a pro ladění. K regulaci zesílení je potřebné napětí asi 8 V, které je nastavitelné odporovým trimrem 5 kΩ. Ladění varikapy vyžaduje stabilizované napětí, proměnné od nuly až asi do +28 V. Je-li k dispozici napětí jen asi 12 V, lze naladit kanály 21 až 47.



Obr. 1. Blokové zapojení vnitřní jednotky (bez napájení)



Obr. 2. Úpravy a vnější zapojení použitého tuneru UD 1

Pro kontrolu funkce spojíme vstup tuneru s televizní anténou a jeho výstup spojíme s anténním vstupem televizoru. Televizor naladíme na kanál 2 nebo 3 (54 až 60 MHz nebo 60 až 66 MHz). Při prolaďování tuneru se pak musí objevit televizní vysílače IV. a V. televizního pásma (kanály 21 až 47). Protože se však při tomto převodu dostane nosná zvuku pod nosnou obrazu, nelze počítat s dobrým příjmem zvukového doprovodu. Pro přezkoušení funkce to však postačí.

Jako vstupní tuner lze však použít jakýkoli jiný televizní tuner pro pásmo UKV, konstruovaný pro evropské normy. Jeho mezifrekvenční výstup je však nutno upravit tak, aby jeho šířka byla přibližně 30 MHz.

---

vem přeslechů, které působí ztráty obrazové informace v detailech.

Z těchto důvodů je několik let vyvíjena a do realizovatelné podoby již rozpracovaná řada nových, převážně digitalizovaných metod přenosu celého multiplexního televizního signálu (všech jeho kmitočtově odlišných složek). Jsou to systémy s vysokou rozlišovací schopností (HDTV a EDTV) a zejména varianty systému MAC (multiplex analog component). A zde je odpověď na výše položenou otázku: V nedávné době se rozhodly NSR a Francie, že v přímém družicovém vysílání (RDS) již použijí jeden z těchto systémů a to D2-MAC/packet.

Systém MAC je založen na metodě přenosu analogových složek televizních signálů časovým multiplexem, čili jedním přenosovým kanálem se přenášejí signály, které jsou časově odděleny. Časového oddělení se dosahuje časovou kompresí výchozích signálů s využitím paměťových prvků na straně vysílací a vytvořením jediného signálu jejich časovým multiplexem. Na straně přijímací pak dochází, opět s využitím paměti k expanzi a časovému sjednocení signálů. Existuje několik podtypů systému MAC, umožňujících jak analogový přenos signálů, tak i jejich digitální verzi. Systém D2-MAC/packet má přenášet v jednom televizním obrazovém řádku digitalizovanou zvukovou a datovou informaci včetně synchronizačního slova v binárním kódu a komprimovanou obrazovou informaci v analogovém tvaru s využitím běžné šířky televizního pásma.

Při použití klasického televizoru k příjmu RDS bude tedy ještě nutné transkódovací zařízení. Výstup signálu z demodulátoru vnitřní jednotky bude transkódován a teprve pak přiveden na pomocný vysílač. Přirozeně, že se při tomto způsobu příjmu neuplatní výhoda nového systému přenosu. Proto se již uvažuje o konstrukci a výrobě nové generace televizních přijímačů, které by měly již celou vnitřní jednotku i s transkódovacími obvody jako nedílnou součást.

Závěrem

Příjem televizních signálů z družic není, jak z celého rozboru vyplývá, zdaleka tak jednoduchým a technicky lehce zvládnutelným problémem, jak se ještě před nedávnou dobou mnohým jevilo. Řada nedořešených technických i komerčních problémů stále bránila i vyspělým zemím západní Evropy zahájit pravidelné přímé vysílání. Také pro naše podmínky je ještě celá řada problémů, které nejsou ani zdaleka vyřešeny a lze jen doufat, že se dořešení všech výrobních, programových a dalších otázek spojených s přímým vysíláním televizních programů z družic dočkáme ještě v poslední dekádě tohoto století.

Literatura

[1] Sborník přednášek: Příjem družicových televizních signálů, ČVUT Praha 1983.

[2] Sborník přednášek na DNT 1984 a 86 TESLA-VÚST Praha.

[3] *Ditl, A.:* Směrové reléové spoje, Nakladatelství ČSAV 1961.

[4] *Kvasil, Bohumil.:* Teoretické základy techniky milimetrových vln, SNTL 1957.

[5] *Valitov, R. A., Sretenskij V. N.:* Radiotechnická měření při velmi vysokých kmitočtech, SNTL 1957.

[6] *Starr, A. T.:* Radiotechnika velmi krátkých vln, SNTL 1962.

[7] *Megla, G.:* Technika decimetrových vln, SNTL 1958.

[8] *Michalík, D., Nejedlý Z.:* Parametrické zesilovače, SNTL 1966.

[9] *Daneš, J. a kol.:* Amatérská radiotechnika a elektronika 2, díl, Naše vojsko 1986.

[10] *Noll, H.:* TV — Empfang via Vertailsatellit: Hürdenlauf zur eigenen Antenne, Funkschau 1986 č. 2.

[11] Komunikationstechnik: Bundesport kauft Intelsat — kanale, Funkschau 5/86.

[12] GaAs-FET-Empfangsmischer, Cq-DL-Clubzeitschrift des DARC 11—12/86 a 1/87.

Pracovním odporem na výstupu tuneru je širokopásmová tlumivka s feritovým jádrem. Ve vzorku byla použita perlička 12×5 mm se šesti otvory, jimiž byl provlečen vodič CuL o průměru 0,2 až 0,3 mm tak, že vzniklo pět a půl závitu. Indukčnost tlumivky není rozhodující. Jeden vývod tlumivky byl připojen na výstup mf tuneru, druhý vývod byl uzemněn, jak je patrné z obr. 2.

Mezifrekvenční zesilovač

Širokopásmový zesilovač pro pásmo 40 až 70 MHz lze realizovat mnoha způsoby. Americké návody na stavbu mezifrekvenčních zesilovačů používají integrované širokopásmové moduly v kaskádním zapojení. Nevýhodou této koncepce však je to, že u nich není nastavitelné zesílení. Pomocným řešením je pak vstupní zeslabovač, realizovaný buď rezistory nebo potenciometrem. Obě řešení však v žádném případě nejsou technicky dobrá.

Pro popisované zařízení bylo odzkoušeno mnoho variant, které byly prakticky porovnávány. Nakonec byl zvolen zesilovač používající standardní integrovaný obvod MC1350P firmy Motorola. Ten má asymetrický vstup a symetrický výstup (vývody *1* a *8*), proto musí být další stupeň navázán širokopásmovým transformátorem.

Se dvěma integrovanými obvody MC1350P a dvěma širokopásmovými transformátory na kruhovém jádru lze docílit zesílení 50 dB při využitelné šířce pásma nejméně 30 MHz. Úmyslně byly vynechány obvody *LC*, které by značně ztížily stavbu a hlavně ladění při oživování, není-li k dispozici rozmítaný generátor nebo kalibrovaný signální generátor. Vstupní obvody tuneru mají již svou šířku pásma omezující vlastnosti, takže dodatečný mezifrekvenční filtr je zbytečný. Pro všechny případy je na vstupu zesilovače dolní propust, tvořící účinnou zádrž kmitočtu oscilátoru. Také indukčnost použitých cívek není nikterak kritická.

Celkové zapojení mezifrekvenčního zesilovače je na obr. 3. Samonosné vzduchové cívky vstupní propusti L1 a L2 mají průměr 5 mm a každá má pět závitů. Širokopásmové vazební transformátory na feritových kruhových jádrech (použity byly typy Neosid F-100-B nebo Amidon FT 37—61) jsou vinuty trojitě vodičem CuL o průměru 0,4 mm a mají rovněž pět závitů. Trojité vinutí se zhotovuje následujícím způsobem: nejprve se vezmou tři (asi 20 cm dlouhé) lakem izolované vodiče o průměru 0,4 až 0,6 mm, které na konci označíme třemi různobarevnými kousky bužírky. Pak tyto vodiče vzájemně stočíme buď ručně anebo pomocí vrtačky, přičemž „stoupání jejich závitů" bude asi 10 mm. Jeden konec s výhodou upneme například do svěráčku. Takto vzniklým trojitým vodičem pak navineme na kruhové feritové jádro pět závitů rovnoměrně přes celý obvod. V zapojení je začátek vinutí vždy označen tečkou. Po zkrácení vývodů na potřebnou délku a jejich ocínování můžeme takto zhotovené transformátory zapájet na desku s plošnými spoji.

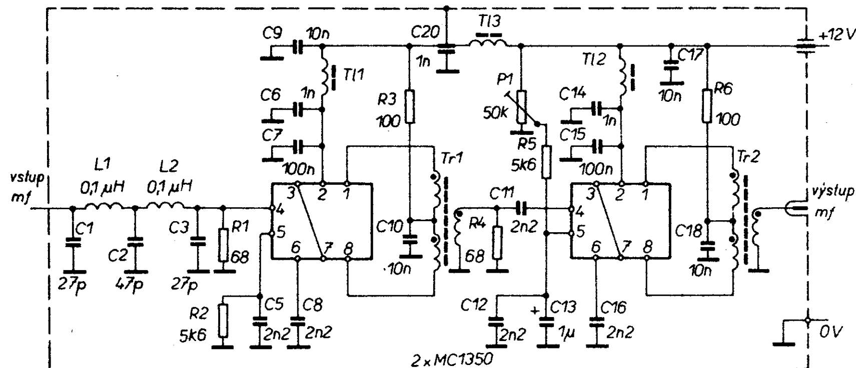
Širokopásmové tlumivky Tl1 až Tl3 jsou vinuty stejným způsobem jako pracovní odpor na výstupu na feritových perličkách o průměru 5 mm a délce 12 mm se šesti otvory.

Celý mezifrekvenční zesilovač je postaven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 144 × 47 mm, přičemž polovinu místa zabírají obvody vstupní propusti, kvůli kterým je celý zesilovač vestavěn do stínicího pouzdra z pocínovaného plechu o celkových rozměrech 55 × 148 × 50 mm. Deska s plošnými spoji je pak připájena na více místech po obvodu pouzdra a to jak na straně spojů, tak i na stínicí straně.

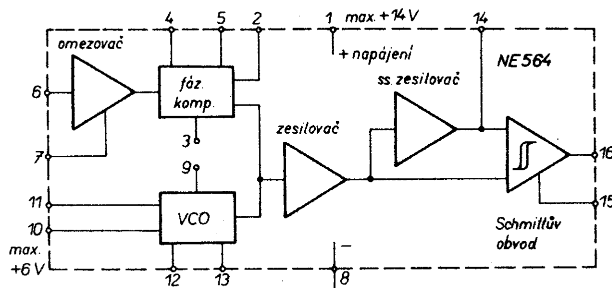
Deska s plošnými spoji je navržena podle zásad vysokofrekvenční techniky (velké zemní plochy s malými ostrůvky potřebných propojení). Zemní konce součástek jsou zapájeny na obou stranách desky a tvoří tak současně mnohonásobné propojení oboustranných zemnicích ploch. Vstup i výstup jsou opatřeny vysokofrekvenčními konektory pro snadné propojování jednotlivých celků zařízení.

Mezifrekvenční zesilovač kontrolujeme nejsnadněji vysokofrekvenční sondou, používanou k stejnosměrnému milivoltmetru, kterou zapojíme na výstup mf zesilovače. Výstup sondy pak připojíme na vstup nízkofrekvenčního zesilovače s reproduktorem. Na vstup mezifrekvenčního zesilovače pak připojíme krátký vodič jako anténu a z reproduktoru se musí ozvat krátkovlnné vysílače pracující v pásmu 19 m. Přitom je však nutno nastavit pomocí P1 maximální zesílení (běžec potenciometru na zemním konci).

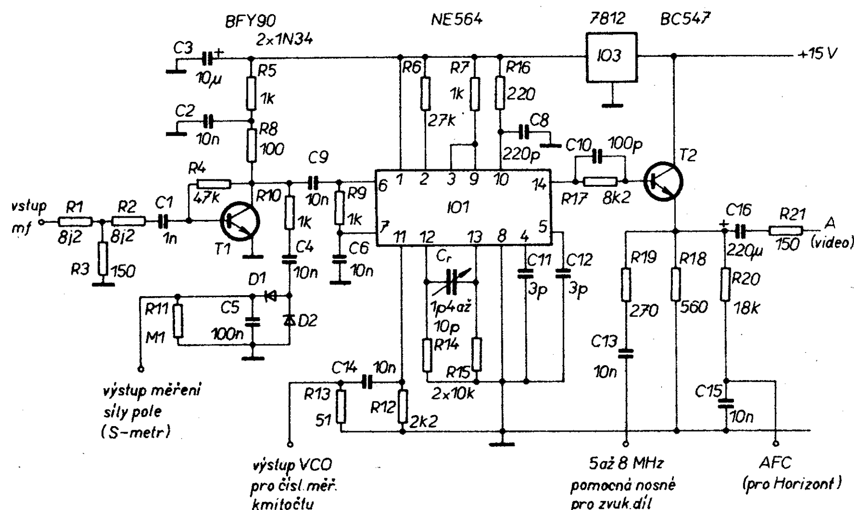
Jinou možností je spojit tuner s mezifrekvenčním zesilovačem (podle blokového zapojení), přičemž výstup mezifrekvenčního zesilovače přivedeme opět na anténní vstup televizoru naladěného v I. televizním pásmu. Pak musíme přijímat televizní vysílače shodně jako při zkoušce tuneru. Přitom lze potenciometrem P1 nastavit zesílení mezifrekvenčního zesilovače tak, že se kvalita obrazu mění od čistého obrazu až po zrnitý a zašumělý obraz. Stojící obraz bez šumu musíme docílit již v první třetině rozsahu potenciometru.



Obr. 3. Zapojení širokopásmového mezifrekvenčního zesilovače



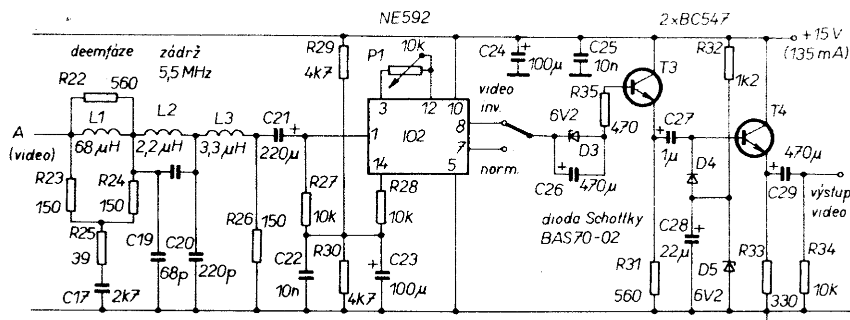
Obr. 4. Zjednodušené vnitřní zapojení obvodu NE564

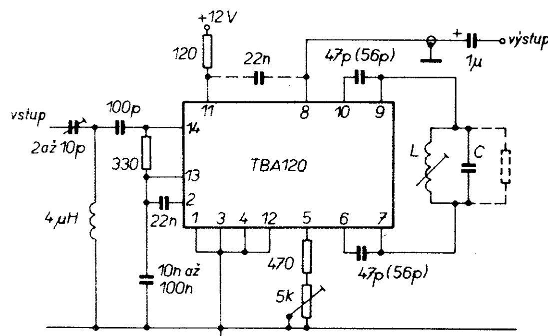


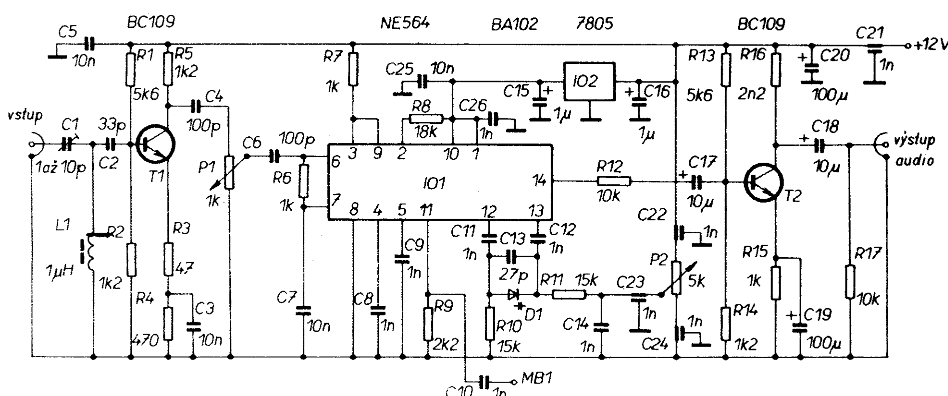
Obr. 5. Zapojení demodulátoru PLL s obvodem NE564

Demodulátor

Protože signál vysílaný z družice je kmitočtově modulován (oproti pozemním televizním vysílačům u nichž je obrazový signál modulován amplitudově), je na přijímací straně nutný odlišný demodulátor než jaký je používán


Obr. 6. Zapojení videozesilovače


Obr. 7. Zapojení zvukového demodulátoru s obvodem TBA120


Obr. 8. Zapojení zvukového demodulátoru PLL s obvodem NE564

v běžných televizních přijímačích. Možností, jak získat ze signálu druhé mezifrekvence obrazový signál, je mnoho. K nejznámějším patří kvadraturový detektor s integrovaným obvodem TAA661 a zapojení s kmitočtovým závěsem (PLL) s integrovaným obvodem NE564. Využitím tohoto obvodu se již zabývala řada článků a vzhledem k jeho výborným vlastnostem byl tento integrovaný obvod použit i v popisovaném kmitočtovém demodulátoru. Zjednodušené vnitřní blokové zapojení obvodu NE564 je na obr. 4.

V kmitočtových demodulátorech mají obvody PLL jako systémy se zpětnou vazbou především tu výhodu, že u nich lze dosáhnout lepší poměr signál/šum než u obvyklých demodulátorů.

U kmitočtové modulace je modulační index vyjádřen vzorcem

$$\eta = \frac{\Delta F}{f_m},$$

kde η je modulační index,
ΔF je kmitočtový zdvih,
f_m je max. modulační kmitočet.

U modulačního indexu $\eta = 5$ je tedy kmitočtový zdvih pětinásobkem nejvyššího modulačního kmitočtu. Čím větší je index η, tím větší je i „zisk" v poměru signál/šum, ovšem na úkor šířky pásma.

Minimální šířka pásma obrazových signálů s přijatelnými požadavky na kvalitu je $B_{min} = 2 f_m (\eta + 1)$. Jestliže je přenášeno jen jedno postranní pásmo, lze potřebnou šířku pásma zmenšit na polovinu.

Kmitočtová modulace má typický prahový poměr signál/šum. Nad tímto prahem je závislost poměru videosignál/šum a vf signál/šum lineární. Pod tímto prahem lze potřebný nebo žádaný poměr videosignál/šum dosáhnout pouze zmenšením šířky pásma, tedy nižším modulačním kmitočtem a menším množstvím podrobností v obraze.

Klasické demodulátory nedosahují ani zdaleka teoreticky možné hranice prahového poměru, zatímco zpětnovazební demodulátory a obvody PLL se této hranici mnohem více blíží.

Zapojení použitého kmitočtového demodulátoru je na obr. 5. Kmitočtově modulovaný mezifrekvenční signál je přiváděn na vstup omezovače (vývod *6*). Účelem omezovače je dodat signál o konstantní amplitudě fázovému komparátoru. K tomu je ovšem nutná určitá minimální úroveň signálu. Protože jsou vývody *3* a *9* spojeny, je neustále srovnávána fáze modulovaného mezifrekvenčního signálu s okamžitým kmitočtem napětím řízeného oscilátoru (VCO). Kmitočet VCO je shodný s kmitočtově modulovanou mezifrekvencí, tedy se vstupním signálem demodulátorové jednotky a je nastavitelný kapacitním trimrem zapojeným mezi vývody *12* a *13*.

Zpětná vazba obvodu PLL je uzavřena zapojením vývodů *4* a *5*. S vnitřním odporem (1,3 kΩ) tvoří kondenzátory C11 a C12 dolnofrekvenční propust. Citlivost fázového komparátoru lze ovlivnit proudem protékajícím do vývodu *2*.

Napájení VCO a prvého stupně zesilovače je přivedeno na vývod *10*, na němž je snížené provozní napětí. Vývod *11*, spolu s pracovním odporem zapojeným na společný vodič, je vlastně výstupem emitorového sledovače, který můžeme použít pro měření kmitočtu VCO číslicovým měřičem kmitočtu. Kmitočet lze v širokých mezích měnit kapacitou zapojenou mezi vývody *12* a *13*.

Nejvyšší pracovní kmitočet integrovaného obvodu NE564 je podle firemních podkladů 45 MHz, vojenské provedení SE564 má zaručen mezní kmitočet 50 MHz. U obou provedení však zpravidla dosáhneme 60 až 65 MHz a vybrané obvody pracují dokonce až do 80 MHz.

V dřívějších zapojeních obvodu NE564 pro družicová přijímací zařízení (zejména podle amerických podkladů) bylo požadováno, aby tyto obvody pracovaly na „standardní" druhé mezifrekvenci 70 MHz, což vedlo k neustálým problémům. V některých amerických časopisech byl jako řešení uvažován dělič 2 : 1 před demodulátorem PLL, tím však problém vyřešen nebyl, jen byl přenesen na jiné místo. Má-li být použit obvod, který nepracuje spolehlivě na „standardní" mezifrekvenci, pak je nutno volit mezifrekvenci s nižším kmitočtem, například 50 MHz. Toto řešení bylo zvoleno i v popisovaném přístroji a kapacitou Cr lze nastavit kmitočet oscilátoru na 50 MHz.

Vstupní zesilovač kmitočtového demodulátoru před obvodem PLL je osazen tranzistorem BFY90, lze však použít typy BFT66, BFQ53 či podobné. Mezi vstupem demodulátoru a bází tranzistoru je zapojen přizpůsobovací a oddělovací člen s rezistory R1 až R3. Z kolektoru T1 je sériovým členem R10, C4 veden signál na špičkový detektor se dvěma germaniovými diodami, který dodává stejnosměrné napětí potřebné k měření síly pole.

Na výstupu obvodu NE564 je zapojen emitorový sledovač s tranzistorem BC547, který má tři výstupy: videosignál, pomocnou nosnou zvuku 5 až 8 MHz a automatické řízení kmitočtu (AFC). Signál AFC slouží pro řízení obvodu pro vyrovnávání trvalé základní modulace, například při příjmu sovětské družice Horizont. Jde o tzv. antidisperzní obvod.

Zesilovač obrazového signálu je osazen integrovaným obvodem NE592 a jeho úplné zapojení je na obr. 6. Mezi emitorovým sledovačem na výstupu kmitočtového demodulátoru s obvodem PLL a vstupem videozesilovače jsou zapojeny dva filtry. Deemfáze pro PAL nebo SECAM a dolní propust jako zádrž pro pomocnou nosnou zvuku. Vzhledem k oddělovacím kondenzátorům C16 (výstup emitorového sledovače) a C21 (vstup videozesilovače) nejsou nastavené stejnosměrné úrovně vzájemně ovlivňovány. Tyto kondenzátory musí mít kapacitu nejméně 100 µF.

Zesílení videozesilovače s obvodem NE592 je nastavitelné potenciometrem

Obr. 9. Zapojení napáječe

P1 mezi vývody *3* a *12*. Na obou výstupech *7* a *8* je zesílený videosignál. Na vývodu *7* neinvertovaný, na vývodu *8* invertovaný. Na desce s plošnými spoji jsou tyto body vyvedeny na pájecí očka, k nimž lze připojit přepínač, nebo volit požadovaný druh obrazového signálu přepájením drátové spojky.

Stejnosměrná složka signálu na výstupu integrovaného obvodu NE592 je 7,5 V, což je pro další zpracování nevýhodné a proto je tato stejnosměrná úroveň snížena Zenerovou diodou D3 s napětím 6,8 V. Principiálně by bylo možno obrazový signál odebírat už z emitoru T3, vzhledem k zvláštnímu druhu vysílací techniky (disperse energie) je nutný ještě další stupeň.

Ve všech kmitočtově modulovaných televizních družicových systémech je použita tzv. energetická disperze aby se zabránilo případnému rušení pozemních směrových zdrojů. Přitom je nosná družicového vysílače trvale modulována střídavým napětím nezávislém na modulaci. U sovětské družice Horizont je to napětí trojúhelníkovitého průběhu s kmitočtem 2,5 Hz. Družice ECS 1 a Intelsat používají kmitočet 25 Hz. Bez vyrovnání této základní modulace by se obraz na obrazovce měnil v rytmu modulačního kmitočtu. Záchytný obvod posledního stupně obrazového zesilovače tedy slouží k tomu, aby stejnosměrná složka videosignálu zůstala konstantní a aby se potlačila výše řečená pomocná modulace. Dioda D4 je rychlá Schottkyho dioda (například HP5082-2800 firmy Hewlett-Packard, nebo BAS70-02 firmy Siemens). V nouzi lze použít i běžnou křemíkovou diodu typu 1N914. Zenerova dioda může mít napětí 5,6 až 6,8 V. Pro sovětskou družici Horizont je však tento záchytný obvod nedostačující, je nutný speciální antidisperzní obvod, který dostává signál z demodulátoru PLL (výstup AFC) a dolaďuje oscilátor druhého směšovacího stupně.

Celý demodulátor s videozesilovačem byl ve vzorku postaven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 147 × 70 mm a vestavěn do pouzdra z cínovaného plechu o rozměrech 148 × 74 × 50 mm, opatřeného vstupním a výstupním konektorem a vývody pomocných výstupů a napájení.

Pro měření síly pole je vhodné malé ručkové měřidlo s citlivostí 50 až 100 µA, přičemž předřadný odpor se volí v rozmezí 10 až 50 kΩ tak, aby při příjmu silného signálu z družice byla výchylka měřidla asi 70 procent. Máme-li k dispozici pouze měřidlo s větším proudem, pak postačí předřadit jednoduchý stejnosměrný zesilovač s jedním tranzistorem.

Při oživování je vhodné kontrolovat kmitočet oscilátoru (bez signálu na vstupu) na výstupu VCO. Měřicí bod je oddělen kondenzátorem C14 od výstupu (vývod *11* obvodu NE564). Při provozu je tento bod spojen se společným vodičem rezistorem 50 Ω, který lze během měření odpojit, pokud to je nutné.

Jednodušší způsob oživování je následující. K desce s plošnými spoji přiblížíme anténu přijímače VKV, naladěného na kmitočet 100 MHz. Otáčíme-li nyní kapacitním trimrem Cr, uslyšíme při naladění VCO na 50 MHz silnou nosnou (druhou harmonickou kmitočtu oscilátoru). Připojením nízkofrekvenčního zesilovače na obrazový výstup demodulátoru a kousku drátu jako antény na bázi T1, budeme slyšet řadu krátkovlnných vysílačů.

Pokusíme-li se však připojit tuner a mezifrekvenční jednotku s demodulátorem a zachytit televizní anténou signál obvyklého televizního vysílače, neuvidíme mnoho zajímavého. S amplitudově modulovanými signály si totiž kmitočtový dekodér neví rady. Při pečlivém nastavení regulačního napětí na tuneru a mf zesilovači pod úrovní ohraničení a při vyladění vysílače lze kromě výchylky měřiče síly pole zajistit i stojící černobílý obraz.

Demodulátor zvuku

U družicové televize se přenos zvukového doprovodu (alespoň doposud) neliší podstatněji od přenosu pozemními vysílači. Z mnoha důvodů je používána rovněž kmitočtová modulace. Výsledný signál obsahuje kromě obrazové informace (rovněž kmitočtově modulované) ještě zvukový signál namodulovaný na pomocné nosné zvuku (subcarrier).

Budoucí družicové systémy budou pravděpodobně používat pro přenos zvuku jiné způsoby modulace, například pulsně kódovou modulaci (PCM) nebo jiné speciální druhy modulace, případně číslicový přenos — to sice zajišťuje lepší výslednou kvalitu zvuku, vyžaduje to však na přijímací straně dráhá a komplikovaná zařízení.

V některých družicových systémech, například u sovětské družice Horizont, jsou používány dvě pomocné nosné zvuku. Jedna pro přenos doprovodného zvuku televizního vysílání, druhá pro zcela nezávislý rozhlasový pořad. Tyto systémy lze použít i pro stereofonní vysílání nebo přenos dvojjazyčných doprovodů.

V USA jsou často používány pomocné nosné na kmitočtech 5,8 MHz, 6,2 MHz a 7,4 MHz. U sovětské družice Horizont mají pomocné nosné kmitočty 7 MHz (televizní doprovod) a 7,5 MHz (rozhlasový program. Družice ECS-1 a Intelsat používají kmitočty mezi 6 a 7 MHz.

Jsou-li ve vysílání dvě pomocné nosné zvuku, je zapotřebí dvou demodulátorů nebo musí být zapojení demodulátorů buď přepínatelné nebo kmitočty pomocných nosných přeladitelné. Aby nebylo nutno stále přelaďovat a hledat pomocnou nosnou, bývají přijímače vybaveny programovatelným přepínáním zvukového kanálu.

Pro kmitočtovou demodulaci zvuku postačuje běžný poměrový detektor. Moderní televizní i rozhlasové přijímače však pracují s integrovanými obvody, které přinášejí kromě zjednodušení celého zapojení i další výhody.

Jednoduché zapojení podle obr. 7 používá známý a osvědčený integrovaný obvod TBA120 se vstupním zesilovačem, který zaručuje velkou citlivost a amplitudové omezení. Zesilovací činitel je asi 1000 (60 dB) a omezení nastává již při vstupním napětí 70 µV. Výsledkem je pravoúhlý signál, takže kolísání úrovně vstupního signálu ani další rušivé signály příjem neovlivňují. Ostatní obvody TBA120 slouží ke kmitočtové demodulaci a vnější obvody se omezují jen na několik rezistorů, kondenzátorů a jediný obvod *LC*, který musí být naladěn na střední kmitočet. Kvalita tohoto obvodu má být poměrně malá, aby bylo dosaženo postačující šířky pásma. Toho dosáhneme například připojením odporu paralelně k rezonančnímu obvodu.

Jednoduché zapojení s obvodem TBA 120 lze realizovat na experimentální desce o rozměrech 100×50 mm a vestavět do stínicího pouzdra z cínovaného plechu o rozměrech 110×55 mm. Pro použití keramických filtrů 5,5 MHz a 10,7 MHz existují speciální provedení integrovaného obvodu TBA120 s označením 120A, 120U nebo 120T. Tyto typy však mají různá zapojení vývodů, takže je nelze vzájemně zaměňovat.

Jinou možností je použít kmitočtový demodulátor TDA1047N firmy Siemens. Tento obvod má výstupy pro měřič síly pole, ukazatel nuly, AGC a potlačení šumu. V popisovaném zařízení je pro demodulaci zvukového doprovodu použit stejný integrovaný obvod jako v obrazovém demodulátoru. Zapojením větší kapacity mezi vývody *12* a *13* obvodu NE564 je možno snížit kmitočet na kmitočet pomocné nosné zvuku, přičemž musí být zvětšeny i kapacity ve smyčce PLL. Celkové zapojení kmitočtového demodulátoru zvuku je na obr. 8. Vstupní zesilovač s tranzistorem T1 slouží k zesílení a přizpůsobení přicházejícího signálu. Potenciometrem P1 lze nastavit jeho úroveň.

Oscilátor lze nastavit na pomocnou nosnou zvuku i otočným kondenzátorem, zde byla dána přednost ladění varikapem, k němuž je paralelně připojen kondenzátor C13 pro předběžné nastavení kmitočtu. Jemně lze pak oscilátor dolaďovat potenciometrem P2. Pro přepínání na různé pomocné nosné lze použít i několik odporových trimrů přepínaných řadičem, který umístíme na panelu experimentálního přijímače.

Výstup obvodu NE564 je veden na vstup nízkofrekvenčního zesilovače s tranzitorem T2, na jehož výstup lze připojit buď výkonový nf zesilovač, u modernějších televizorů zvukový vstup nebo pro starší televizory pomocný modulátor s oddělenými vstupy pro obrazový a zvukový signál.

Vstupní cívka je navinuta vodičem o průměru 0,4 mm CuL na cívkové tělísko o průměru 7 mm a má 20 závitů. Dvoustranná deska s plošnými spoji o rozměrech 70×70 mm je ve stínicím pouzdru z cínovaného plechu, které má rozměry 72×72×30 mm, je opatřeno

vstupním a výstupním konektorem a průchodkami pro pomocné obvody a přívod napájecího napětí.

Při oživování nastavíme všechny slaďovací prvky do střední polohy (potenciometr, trimr i jádro L1), pak na výstup demodulátoru připojíme nízkofrekvenční zesilovač a místo varikapu kapacitní trimr s rozsahem 10 až 60 pF. Po připojení napájecího napětí uslyšíme jen slabý šum. Připojíme-li však na vstup anténu tvořenou jen několika metry vodiče, musí se při protáčení kapacitního trimru ozývat krátkovlnné vysílače. Tato zkouška ukazuje, že obvod PLL pracuje. Na měřicí bod MB 1 nyní zapojíme číslicový měřič kmitočtu a bez připojené antény kontrolujeme kmitočet oscilátoru. Podle nastavení kapacitního trimru by tento kmitočet měl být v mezích 3 až 9 MHz. Nyní namísto trimru zapájíme varikap a připojíme potenciometr P2. Volbou kapacity kondenzátoru C13 dosáhneme toho, že VCO můžeme přelaďovat v rozsahu asi 3 až 8 MHz. Potenciometr umístíme na panel přijímače abychom mohli zvuk snadno dolaďovat.

Jiná zkušební metoda vyžaduje zásah do televizoru, takže by něco podobného měli zkoušet jen dobří odborníci. Využíváme toho, že pozemní televizní vysílače používají stejného principu při přenosu zvukového doprovodu a tak je možno z obyčejného televizoru získat signál pro vyzkoušení demodulátoru zvuku.

Připomínám, že C1, L1 a P1 nastavujeme až po sestavení celého přijímače.

Síťový napáječ

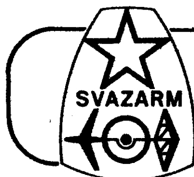
Pro provoz přijímače potřebujeme několik napájecích napětí a to 12 a 15 V pro jednotlivé moduly, 12 V pro vnější jednotku a 30 V pro ladění tuneru. Na napájecí napětí (kromě napětí pro ladění tuneru) nejsou kladeny žádné mimořádné nároky a proto vystačíme s jednoduchými zdroji. Zapojení zdroje pro přijímač je na obr. 9.

Síťový transformátor je dimenzován pro 40 VA a má dvě sekundární vinutí po 15 V. Ve vzorku byl z důvodů malých rozměrů použit transformátor s kruhovým jádrem, můžeme použít jakýkoli jiný. Střídavé napětí je jednocestně usměrněno diodami D1 a D2 a filtrováno kondenzátory C1 a C2. Protože pracujeme s vysokým kmitočtem, jsou všechny vstupy blokovány dodatečně malými kapacitami, které slouží k oddělení jednotlivých modulů a zabraňují pronikání rušení zvenčí do přístroje. Kondenzátory C5, C7 a C10 jsou tantalové.

Ladicí napětí pro tuner je stabilizováno teplotně kompenzovanou Zenerovou diodou D3. Protože odebíraný proud je jen velice malý, stačí tato jednoduchá stabilizace, která má výhodu, že dodává konstantní napětí i při kolísání vnější teploty. Ostatní stabilizovaná napětí používají třívývodové monolitické stabilizátory.

Čtvrtý vývod pro napájení vnější jednotky je jednoduchým drátovým můstkem přepínatelný z 12 V stabilizovaných pro modul, používaný v experimentálním zařízení na 20 V nestabilizovaných při použití tovární vnější jednotky. Většina těchto jednotek je konstruována pro napájecí napětí 15 až 24 V.

Napájecí zdroj byl postaven na jednostranné desce s plošnými spoji 98×80 mm.



SVAZARM

Z galerie našich nejlepších radioamatérů



ZMS Pavel Šír, OK1AIY, u jednoho ze svých zařízení při Polním dnu 1984

Je skutečností, že větší část VKV amatérů patří mezi dobré, v některých případech dokonce vynikající konstruktéry. V dobách, kdy začínal jeden z našich radioamatérů, kterého vám představujeme, byla ve Svazarmu zavedena dokonce i velmi populární třídnost — a sice radiotechniky třetí, druhé a první třídy. Na obrázku jistě mnozí poznali ZMS Pavla Šíra, OK1AIY, který dostal koncesi jako dvacetiletý v roce 1963. Jako většina koncesionářů se tehdy angažoval při výcviku branců a pracoval v kolektivní stanici OK1KVR ve Vrchlabí. Jak sám říká „... učarovaly mi obtížnost práce a prakticky žádné podmínky k ní..." a s nevídaným zaujetím konstruuje zařízení, která jsou ve své době u nás unikátní — koncem 60. let již celotranzistorový SSB transceiver pro pásmo 70 cm, v 70. letech totéž pro pásmo 23 cm, na první spojení s každým z těchto zařízení však musí čekat i několik let, až „doroste" protistanice. Totéž se mu stalo v nedávné době i se zařízením pro 10 368 MHz — ano, to je vlnová délka 3 cm, kde se již měří sluneční rádiový šum.

Pavel se spíše počítá mezi konstruktéry než mezi závodníky; v žádném VKV závodě ale nechybí! V roce 1986 získává čs. rekord v pásmu 2370 MHz (1270 km) a 3 cm (730 km s PA0EZ) a během UHF-SHF contestu se mu podařilo navázat 46 spojení (ø 661,4 km) v pásmu 13 cm, 102 spojení v pásmu 23 cm. O takových výsledcích již nelze říci, že by přišly náhodou! Stal se několikrát nejúspěšnějším svazarmovským radioamatérem roku, již v roce 1976 získal titul ZMS. Velmi si pochvaluje současný kolektiv OK1KZN, jehož je členem, neboť „... všichni dělají, jak nejlépe umí, a práce se daří...". Nemyslí jen na sebe — maják OK0EA je rovněž jeho dílem a jako čestný dárce krve je dokonce držitelem zlaté Janského plakety.

Myslím, že k takovým vzorům můžeme vždy vzhlížet s obdivem — Pavel ale ještě nekončí a tak mu popřejeme hodně úspěchů na ještě kratších „žížalkách", než kterým se věnoval doposud. I tak se těm jeho mezi kamarády už říká roupy...

OK2QX

Soutěž techniků Jihočeského kraje

Krajská technická soutěž 1987 byla již tradičně uspořádána v prostorách KDPM v Českých Budějovicích za účasti soutěžících ze všech osmi okresů kraje.

Jednotlivé disciplíny určené pravidly byly rozšířeny o praktická měření základních elektrických veličin, které velmi vhodně doplnilo ověření znalostí soutěžících.

Vlastní průběh soutěže byl zpestřen zajímavým audiovizuálním pásmem o Dačicích, které přivezli soutěžící z okresu Jindřichův Hradec.

Jako praktické soutěžní výrobky byl pro kategorie C1 a C2 vybrán jednoduchý nf generátor se dvěma tranzistory a pro kategorie B1 a B2 jednoduchý přijímač VKV.

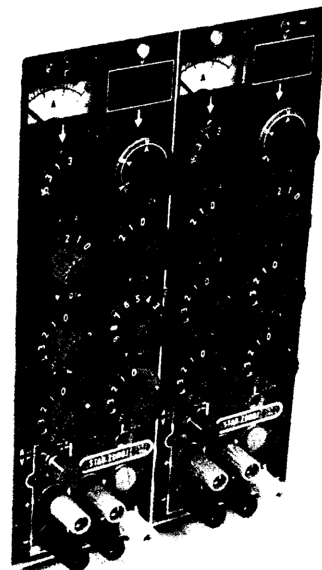
Technickou část soutěže zajišťovali pracovníci oddělení techniky KDPM a ZO Svazarmu. Přesto, že byly zvoleny výrobky obsahující pouze běžné součástky, bylo jejich nakoupení nejpracnější stránkou přípravy soutěže. I dodání desek s plošnými spoji od bývalého podniku Radiotechnika trvalo asi jeden a půl roku přes telefonické i osobní urgence, a to ještě byly dodány s chybou spoje, kterou si museli soutěžící opravovat.

Přeborníky Jihočeského kraje pro rok 1987 se stali: v kat. C1 Aleš Jelínek, v kat. C2 Ondřej Plachý, v kat. B1 Lubomír Novák a v kat. B2 Tomáš Wolfschütz.

J. Winkler, OK1AOU

Dvojitý stabilizovaný zdroj s číslicovým V-metrem

Ivo Tichý



Do jedné skříně jsou vestavěny dva číslicově nastavitelné stejnosměrné stabilizované zdroje 0 až 30 V/0 až 3 A moderní konstrukce. Každý z obou zdrojů je vybaven analogovým měřidlem pro měření odebíraného proudu a digitálním měřicím přístrojem, kterým lze měřit buď napětí zdroje, nebo odebíraný proud (s velkou přesností), nebo z vnějšku přiváděné neznámé stejnosměrné napětí (například z právě opravovaného či oživovaného přístroje). V této funkci má vestavěné digitální měřidlo rozsah napětí 0 až 999 mV, 0 až 9,99 V a 0 až 99 V.

Číslicové nastavování bylo zvoleno pro jeho jednoznačnost a pro jeho přesnost (je vhodné zvláště v případě, chceme-li odpojit číslicový voltmetr od výstupu zdroje a použít jej pro jiné účely). Oba zdroje jsou naprosto stejné konstrukce a co do funkce na sobě zcela nezávislé. Cílem konstrukčního návrhu bylo dosáhnout velmi malých rozměrů (tak, aby tento kombinovaný přístroj zabíral na pracovním stole co nejméně místa) a přehledného uspořádání ovládacích prvků i předního panelu. Použitím mikrominiaturních přepínačů s vývody k pájení do desky s plošnými spoji bylo možno značně zjednodušit drátové propojování. Vlastnosti popisovaného zdroje i vestavěných digitálních voltmetrů jsou tak dobré, že je lze využívat i v profesionální praxi.

Technické údaje

Zdroj

Výstupní napětí: 0, až 30 V.
Nejmenší nastavitelný skok: 0,1 V.
Plynulá regulace (vsunutím nástroje) v rozmezí asi: 0 až 0,1 V.
Vnitřní odpor při stabilizovaném napětí: 10 mΩ (max.)
Výstupní proud: 0 až 2,99 A.
Nejmenší nastavitelný skok proudu: 0,01 A.
Zvlnění výstupního napětí: 0,05 V (max.).
Měření odebíraného proudu: a) vestavěným měřidlem 100 μA, b) číslicovým měřidlem.
Rozsahy vestavěného ampérmetru: 0 až 0,15 A, 0 až 0,3 A, 0 až 1 A, 0 až 3 A.
Indikace nastaveného napětí: a) vestavěným číslicovým voltmetrem, b) polohou přepínačů.
Rozsahy vestavěného voltmetru: 0 až 999 V, 0 až 9,99 V, 0 až 99,9 V.
Rozměry: 245×150×272 mm *(výška, šířka, hloubka).*
Hmotnost: asi 14 kg.

Číslicový voltmetr

Jeho vstup je vyveden na zvláštní svorky zdroje; měří ss napětí; v poloze přepínače „+“ se na červenou zdířku přivádí kladné napětí (na černou záporné), v poloze „—“ je polarita na vstupních zdířkách voltmetru opačná.

Rozsahy voltmetru: 0 až 999 mV, 0 až 9,99 V, 0 až 99,9 V.
Vstupní odpor: rozsah 999 mV 10 kΩ, rozsah 9,99 V 100 kΩ, rozsah 99,9 V 1 M Ω.
Počet měření za sekundu: asi 4.
Indikace záporné polarity (měří pouze do —99 mV): [.
Indikace přetížení v záporné polaritě: [[[.
Indikace přetížení v kladné polaritě:]]].
Napájecí napětí: 5 V.
Proud odebíraný voltmetrem: asi 300 mA.
Rozměry: (54x30x72 mm).

Rozměry byly voleny tak, aby prostor, který zaujímá digitální voltmetr se stabilizátorem a přepínačem rozsahů, odpovídal rozměrům nejmenšího analogového měřidla (např. typu METRA MP 40).

Návod k použití

Na štítku předního panelu je bílá svislá čára, která „odděluje“ levý zdroj od pravého. Protože jsou oba zdroje stejné, platí návod stejně pro každý z nich.

Pod zelenou diodou LED je analogové měřidlo proudu se dvěma stupnicemi (0 až 3 a 0 až 100). Pod měřidlem je přepínač jeho rozsahů. Poloha vpravo, označená „,15“, je pro rozsah do 150 mA. Při otáčení vlevo následuje rozsah 300 mA, označený „,3“, dále rozsah do 1000 mA, označený „1“ a nakonec rozsah 3 A, označený „3“. „Sukýnka“ přepínače proudových rozsahů je zelená, jako barva diody LED a ostatních přepínačů a ovládacích prvků, týkajících se proudové dekády.

Pod tímto přepínačem jsou tři přepínače proudové dekády k nastavování proudového omezení nebo proudového režimu zdroje. Pod „proudovou“ dekádou je další přepínač a dvě zdířky (tyto součástky jsou ve žlutém rámečku, stejně jako displej digitálního měřidla). Přepínačem se volí druh provozu číslicového měřicího přístroje, dvě polohy vlevo slouží k měření napětí a proudu zdroje. V dalších dvou polohách přepínače se měří napětí, přiváděné na zdířky, a to v kladné nebo záporné polaritě. K usnadnění obsluhy je u ovládacích prvků a na štítku užito barevného označení k rozlišení různých funkcí. Poslední polohy přepínače tedy nemají s funkcí vlastního zdroje nic společného. Měření vnějšího napětí lze indikovat na požadovaném rozsahu podle nastavení přepínače, umístěného pod číslicovým displejem.

V dolní části předního panelu jsou (vedle zdířek pro přivedení neznámého

Obr. 1. Zapojení jednoho z obou stejných zdrojů, vestavěných v přístroji

napětí k číslicovému voltmetru) zdířky s bíle vyznačenými symboly „+“ a „—“, sloužící k odběru požadovaného napětí ze zdroje.

Pod žlutou diodou se symbolem bílého písmene „U“ je celá indikační a ovládací část, týkající se napěťové části zdroje. Pod diodou je třímístný displej číslicového měřicího přístroje (ve žlutém rámečku), pod ním přepínač jeho rozsahů (vzhledem k tomu, že měřidlo lze použít jak k měření napětí, tak k měření proudu, je tedy jeho „sukýnka“ pod knoflíkem dvoubarevná). Na zeleném mezikruží jsou vyznačeny rozsahy proudové a na hnědém mezikruží rozsahy napěťové. Jsou to odleva: rozsah 0 až 99,9 (značen V nebo A), rozsah 0 až 9,99 (značen V nebo A) a nakonec poloha označená „mA“, „mV“ pro rozsah 0 až 999 mA nebo mV.

Pod tímto přepínačem jsou přepínače napěťové dekády k nastavení desítek, jednotek a desetin voltů. Pro ještě jemnější změnu napětí — a plynulou — je pod přepínači potenciometr, jímž lze (šroubovákem) nastavit ještě setiny voltu. Tlačítkem „SÍŤ“ se vypíná příslušný zdroj. Pod tlačítkem je žlutá zdířka označena symbolem „⊥“.

Oba zdroje lze samozřejmě propojovat. Při sériovém zapojení získáme zdroj s napětím do 60 V (popř. —30 V, +30 V) a možností odebírat proud maximálně 3 A, při paralelním propojení získáme zdroj o napětí do 30 V a možností odebírat proud až 6 A. Při provozu zdroj ničím nepřikrýváme, aby byl přirozeně větrán (chlazen) ze všech stran. Při dobrém větrání může zdroj pracovat s maximálním výkonem **a nejnepříznivěji nastaveným výstupním napětím i přes značně vysokou teplotu chladičů na jeho zadní straně neomezeně dlouho.**

Princip činnosti

Vychází z vynikajících vlastností obvodu MAA723 a z patentovaných zapojení tohoto obvodu pro číslicové nastavení výstupního napětí a proudu [1], [2]. Schéma zapojení jednoho z obou identických zdrojů je na obr. 1.

Ze síťové vaničky, která je společná pro oba zdroje, je přes síťový spínač (ISOSTAT) příslušného zdroje a pojistku napájeno primární vinutí transformátoru zdroje. Na sekundární straně transformátoru je hlavní vinutí (L2, L3, L4) zdroje, které umožňuje odběr proudu 3 A. Dalším vinutím (L6, L7) napájíme integrované stabilizátory a pomocné obvody. Vinutí L8 slouží k napájení zdroje pro číslicový měřicí přístroj.

Srdcem celého zdroje jsou IO1, který slouží jako stabilizátor napětí, a IO2 pro stabilizaci proudu. Při stabilizaci napětí je část referenčního napětí z IO1 přiváděna přes R16 na invertující vstup *2* IO1. Na neinvertující vstup *3* IO1 je přiváděna část výstupního napětí z „napěťové“ dekády, složené z rezistorů R28 až R47 a P1. Při splnění určitých předpokladů a přesných odporech R18 a R19 je závislost výstupního napětí na odporu dekády lineární. Této skutečnosti lze s výhodou využít pro číslicové nastavení výstupního napětí. Sériový odpor výkonového stabilizačního tranzistoru T3 (T4, T5) je ovládán výstupem *6* IO1 tak, aby byl rozdíl napětí mezi invertujícím a neinvertujícím vstupem IO1 nulový, výstupní napětí tedy konstantní.

Při stabilizaci proudu je část referenčního napětí z vývodu *4* IO2 přiváděna na neinvertující vstup *3* IO2. Část úbytku napětí na snímacím výkonovém rezistoru R4 je opět přes odpor řídicí dekády, složené z rezistorů R48 až R67, přiváděna na invertující vstup *2* IO2. Opět za určitého předpokladu a nastavení odporů R25 a R26 je závislost napětí na odporu rezistoru R4 ke snímání proudu na odporu dekády R48 až R67 lineární. Toho se využívá k číslicovému nastavení přechodu zdroje z režimu napěťového na režim proudový. V podstatě jde o číslicové nastavení „pojistky zdroje“. Výstup *6* obvodu IO2 opět řídí sériový odpor regulačního tranzistoru T3 (T4, T5) tak, aby rozdíl napětí mezi invertujícím a neinvertujícím vstupem IO2 byl nulový a úbytek napětí na snímacím odporu R4 tedy konstantní.

Výstupy IO1 a IO2 jsou vedeny přes Zenerovy diody D11 a D13. Je-li v činnosti napěťová stabilizace — tedy IO1 —, je na diodě D11 napětí. Toto napětí spíná přes R11 tranzistor T1 a dioda LED D16 (žlutá) se rozsvítí. Neprochází-li výstupem *6* IO1 proud, není ani na Zenerově diodě D11 napětí. Napětí je na diodě D13; znamená to, že zdroj pracuje v proudovém režimu. Toto signalizuje sepnutý tranzistor T2 a tedy svit zelené diody D18. Diody D15 a D17 jsou použity proto, aby se indikační obvod překlápěl z napěťového do proudového režimu a naopak co nejrychleji.

IO1 a IO2 jsou napájeny z vinutí L6, L7 Tr1. Záporným napětím z tohoto pomocného zdroje je přes rezistor R10 otevírán Darlingtonův zesilovač, zakončený sériovým výkonovým regulačním tranzistorem.

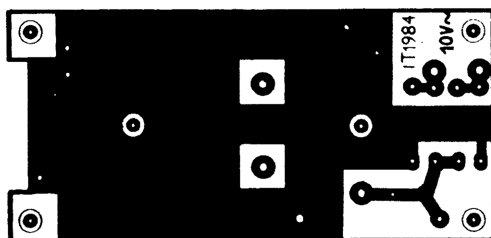
Vinutí L2, L3, L4 síťového transformátoru je jištěno tavnou pojistkou Po2. Napětí je usměrněno výkonovým usměrňovačem z diod D1 až D4. Proti případným špičkám je usměrňovač blokován kondenzátory C. Podle nastavení desítek voltů u napěťové dekády je zvolena i patřičná odbočka na transformátoru (přepínačem Př2a). Proto je jako Př2 použit výkonový přepínač. Usměrněné napětí je filtrováno kondenzátorem C1 a vedeno na sériový regulační tranzistor T3. V záporné větvi výkonové části zdroje je zapojen snímací rezistor proudové pojistky, který musí snést potřebný výkon a jeho odpor musí být přesný a stálý. Proti případnému kmitání zdroje je na výstupu „předzátěž“: rezistor R_0 a kondenzátor C2. Dioda D20 chrání zdroj při případném přivedení vnějšího napětí na výstup zdroje. Paralelně k rezistoru R4 je připojeno měřidlo MP40 (100 μA), kterým měříme proud odebíraný ze zdroje (měří se úbytek napětí na rezistoru R4). Rozsahy měřidla přepínáme přepínačem Př8. Vzhledem k tomu, že při vypnutí zdroje se mohou nestejně vybíjet kondenzátory zdroje (hlavně C1), mohly by se při vypnutí zničit IO1 nebo IO2. Proto bylo použito relé, jehož kontakt je zapojen do obvodu báze T5. Vinutí relé je napájeno z jedné poloviny pomocného vinutí L6 transformátoru; napětí je jednocestně uměrněno diodou D9 a filtrováno kondenzátorem C3. Přepínačem Př10 se přepíná funkce číslicového měřicího přístroje. Pracuje-li jako interní voltmetr, je jeho vstup připojen na výstup zdroje. Ve funkci interního ampérmetru je vstup připojen paralelně k rezistoru R4. Při dalších dvou polohách je vstup číslicového měřidla připojen (s možností komutace) ke zdířkám, na něž se přivádí neznámé napětí.

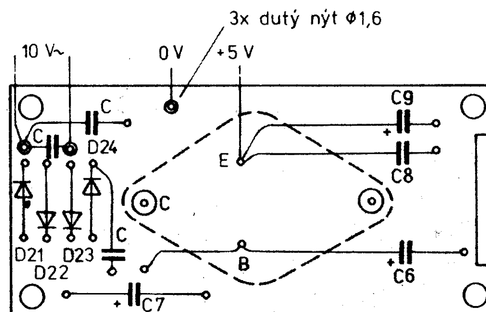
Z vinutí L8 Tr1 se napájí číslicový měřicí přístroj tvořící samostatný celek. Jeho součástky jsou na třech navzájem „svázaných“ deskách s plošnými spoji (stabilizátor — obr. 2, analogově — číslicový převodník — obr. 3 a část indikační — obr. 4). Neoddělitelnou součástí desky převodníku je rovněž přepínač Př9 pro volbu tří rozsahů měřicího přístroje.

Popis zapojení číslicového měřicího přístroje

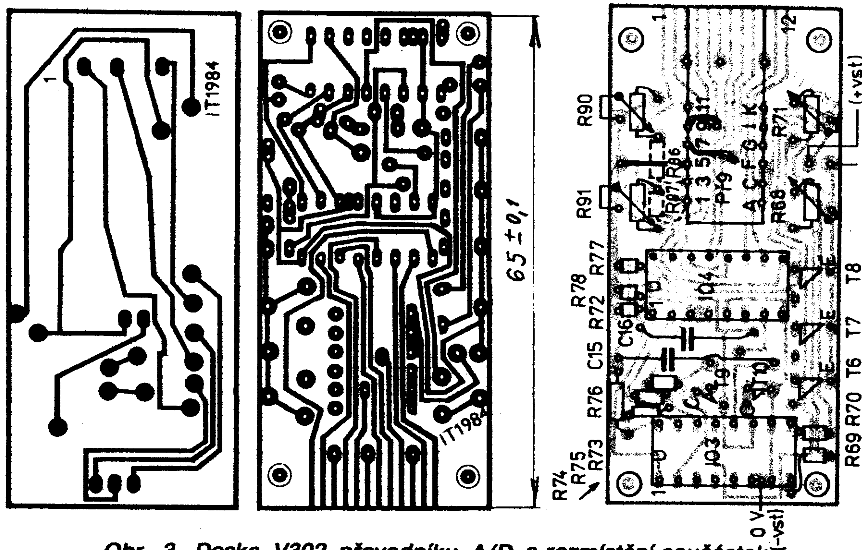
Srdcem číslicového měřicího přístroje je IO C520D z NDR, který je přímým ekvivalentem obvodu AD2020 Analog Devices a CA3162 RCA. Původně byl jmenovaný obvod určen do zapojení pro přímou náhradu panelových ručkových měřicích přístrojů. Jeho výhodou je jediné napájecí napětí 5 V. Využívá se v něm převodu s dvojí integrací. Maximální chyba nelinearity je 0,1 % z měřené hodnoty ±1 digit. Převádí vstupní napětí od —99 mV do +999 mV, rozlišovací schopnost je 1 mV. Tuto hodnotu převádí na multiplexované slovo v kódu BCD, automaticky rozezná a indikuje polaritu a přetížení v obou směrech.

Několik zajímavostí o obvodu C520D: je vyroben technologií I^2L, má asi 1200 funkčních prvků. Výstupy QA až QD (vývody *2, 1, 15, 16*) jsou s otevřeným

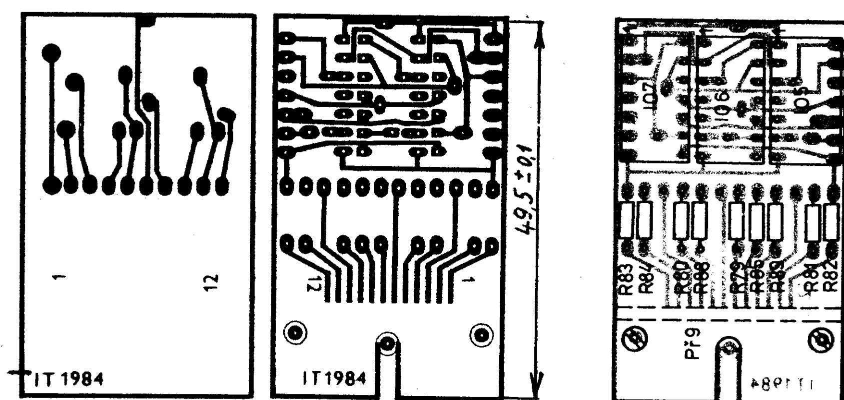




Obr. 2. Deska V301 stabilizátoru pro číslicový voltmetr a rozložení součástek



Obr. 3. Deska V302 převodníku A/D a rozmístění součástek



Obr. 4. Deska V303 indikátoru pro číslicový voltmetr a rozložení součástek

kolektorem a lze jimi budit maximálně dvě „zátěže" TTL. Multiplexní výstupy jsou rovněž s otevřeným kolektorem (vývody *5, 3, 4*); mají vnitřní ochranný odpor 1 kΩ mezi kolektorem a výstupem, nejsou tedy přizpůsobeny obvodům TTL. Vývod *6* obvodu umožňuje volit tři různé druhy provozu. Pomalý (asi 3 až 4 měření za sekundu), rychlý (asi osmdesát měření za sekundu) a provoz „HOLD", který umožňuje udržet poslední naměřenou hodnotu.

S rychlostní měření se nemění doba měření — integrace, ale pouze rychlost opakování měření. Při pomalém opakování je na vývod *6* přiváděno napětí asi 0 až 0,4 V, při rychlém 3,2 až 5,5 V a při provozu HOLD napětí 0,8 až 1,6 V. Spotřeba proudu IO C520D je v mezích 10 až 20 mA. Na vstup obvodu se nesmí připojit vyšší napětí než ± 15 V (mezi vývod *11* a „zem").

Zapojení s obvodem C520D je nejjednodušší, použijeme-li zobrazovací sedmisegmentovky se společnou anodou (v našem případě LQ410). Jsou multiplexně spínány jakýmikoli křemíkovými tranzistory p-n-p malého výkonu. (T6 až T8) z multiplexních výstupů IO3. Výstupuy IO3 QA až QD (obr. 1) jsou přivedeny na IO4 — dekodér D147 (NDR). Výstupy dekodéru jsou spínány příslušné diody v sedmisegmentovkách (přes rezistory R79 až R85, které zajišťují stejnou a dostatečnou svítivost diod v LQ410). Tranzistory T9 a T10 chrání vstup voltmetru proti přetížení při měření vnějších napětí. Kdo použije voltmetr pouze jako indikátor napětí zdroje, může T9 a T10 vypustit. Kondenzátor C16 eliminuje impulsy na vstupu voltmetru. Mezi vývody *8* a *9* IO3 je zapojen dělič z rezistorů R68, R69 a R70. Součet odporů těchto rezistorů by měl být asi 50 kΩ. Při menším odporu se zvětšuje vstupní proud převodníku C520D. Sériová kombinace R71 a R72 je zapojena paralelně k vnitřnímu odporu 2,6 kΩ; změnou R71 se nastavuje referenční proud pro vybíjení integrační kapacity (C15, typ TC 215, nebo jiný velmi kvalitní). Odpor R71 a R72 ovlivňuje i teplotní chování IO3. Vývod *6* IO3 je zapojen přímo na „zem": tím dostáváme rychlost asi čtyři měření za sekundu. Během měření je vstupní proud převodníku C520D asi 100 nA; to znamená, že výstupní odpor předřazeného obvodu by neměl překročit 10 kΩ.

Jednoduše lze změřit i vstupní proud vlastního převodníku tak, že mezi vývody *10* a *11* zapojíme odpor 1 MΩ. Potom ukazuje převodník svůj vlastní vstupní proud v nA.

Odpory R77, 78, 87, 91, 86, 90 jsou součástí vstupního děliče, přepínaného přepínačem Př9.

Zdrojová deska obsahuje můstkový usměrňovač D21 až D24 s kondenzátory C pro odstranění případných rušivých špiček, a dále součástky, doporučené výrobcem při aplikaci integrovaného stabilizátoru IO5.

Mechanická stavba číslicového měřicího přístroje

Přístroj tvoří samostatný konstrukční blok. Součástky jsou rozmístěny na třech deskách s plošnými spoji, dvě z nich jsou oboustranné. Deska zdrojová s IO5 je jednostranná. Dvě oboustranné desky jsou po mechanickém spojení kostkami „URS" na příslušných místech propájeny. Jednostranná zdrojová deska je k desce s přepínačem upevněna přes čtyři rozpěrné sloupky délky 22 mm se závitem M2 (6), na nichž je navlečena „bužírka". Sestavený číslicový měřicí přístroj lze upevnit na přední panel dvěma rozpěrnými sloupky délky 6 mm, upevněnými na desce jednotek LQ410. Upevnění k ostatním dílům zdroje je patrné z jednotlivých výkresů (obr. 9, 10) i z fotografií (obr. 5 až 8).

Mechanická stavba zdroje

Tato stavba je pro „opakovanou výrobu" jednoduchá. Je však zapotřebí řídit se přesně podle výkresů, nemají-li se při dokončovací montáži vyskytnout problémy. Schéma zapojení zdroje je kresleno tak, aby bylo ihned patrné i rozmístění součástek (orámování jednotlivých částí). Na zadní straně jsou umístěny síťová „vanička", pojistky, síťové transformátory obou zdrojů s příslušnými konektory a chladiče tranzistorů T3 obou zdrojů. Tato sestava spolu s výstupními svorkami zdroje a číslicových voltmetrů je vidět na fotografiícch (obr. 11, 12). Údaje pro výrobu jednotlivých dílů jsou u příslušných výkresů. Na fotografii (obr. 13) jsou osazené „proudové" desky (obr. 14, 15) obou zdrojů, na fotografiích (obr. 16, 17) jsou desky „napěťové" (obr. 18, 19) s číslicovým voltmetrem. Upevnění voltmetru v desce je patrné z obr. 20. Fotografie na obr. 21 ukazuje sešroubované proudové a napěťové desky. Na obr. 22 jsou oba páry desek zasunuté do zdrojové části, obr. 23 již ukazuje zdroj s přišroubovaným předním panelem. Výkresy obou nosných i krycího panelu jsou na obr. 24 až 26. Na fotografii v obr. 27 jsou kryty skříně, štítek, panel z organického skla a knoflíky. Výkresy horního a dolního dílu skříňky jsou na obr. 28. K montáži přístroje poslouží dobře fotografie. Rozměrové náčrtky důležitých mechanických dílů jsou na obrázcích: chladičů na obr. 29, držáků na obr. 30, rozpěrných sloupků na obr. 31 a prodlužovací hřídele a nožek na obr. 32. Údaje pro navinutí síťových transformátorů jsou na obr. 34.

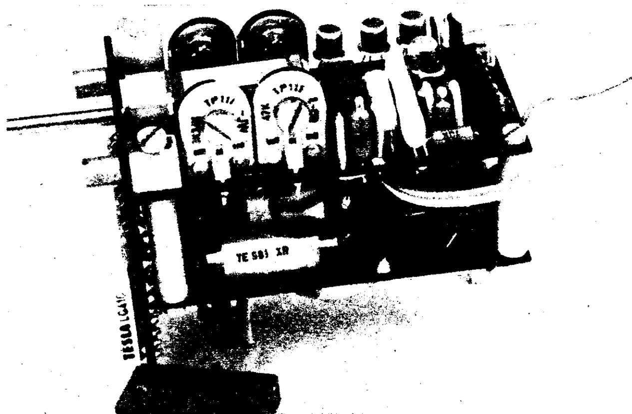
Nastavení zdroje

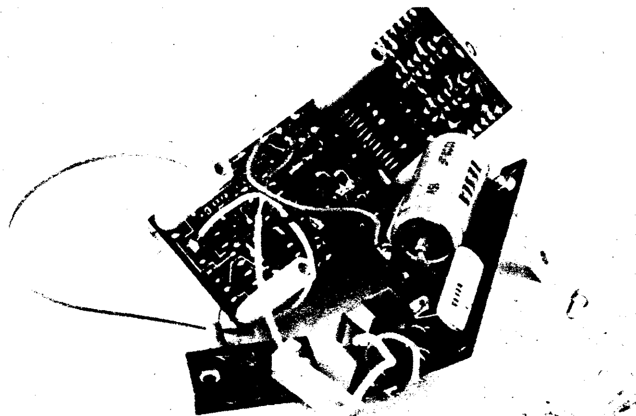
Při nastavování s výhodou využijeme číslicového voltmetru. Ten je proto vhodné uvést do chodu jako první.

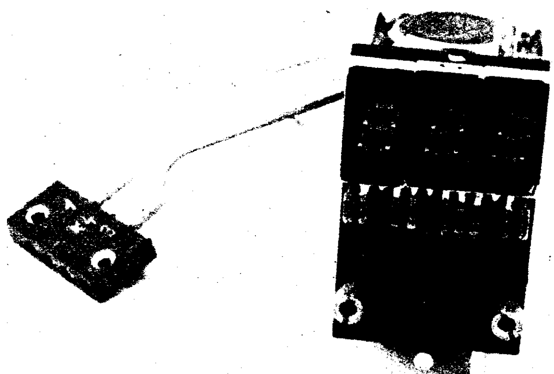
Nastavení voltmetru

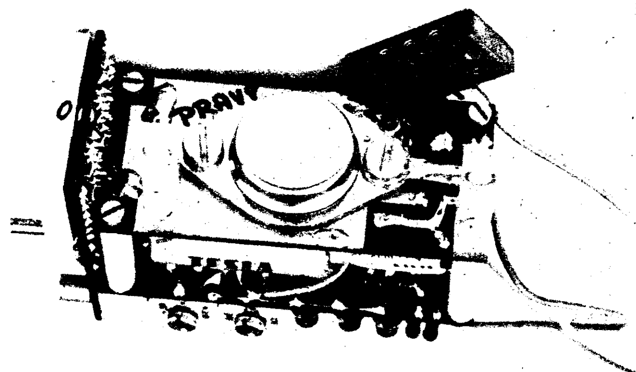
Voltmetr nastavujeme předběžně postupem, který bude uveden, ještě před sestavením zdroje do hotového celku. Po zkompletování zdroje je vhodné nastavení voltmetru zopakovat.

Přepínač Př9 necháme v poloze 99 mV. Na vstup voltmetru přivedeme napětí, nejlépe ze stejnosměrného, dokonale vyhlazeného zdroje. Nejvhodnější je improvizovaný zdroj, vytvořený například plochou baterií. Napětí z ní





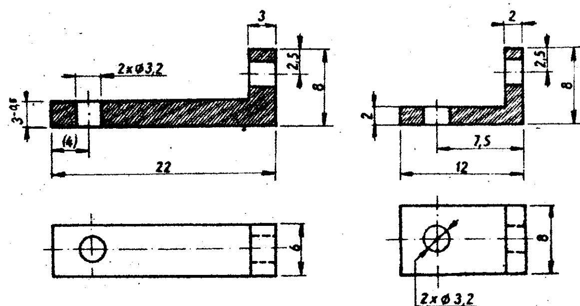




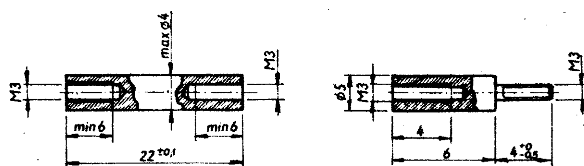
Obr. 5. až 8. Konstrukční řešení číslicového voltmetru

odebíráme přes potenciometr (nejlépe ARIPOT, aby bylo nastavení jemné a velmi přesné). K nastavení musíme použít číslicový voltmetr, který je minimálně o řád přesnější (měl by mít rozlišovací schopnost 0,1 mV).

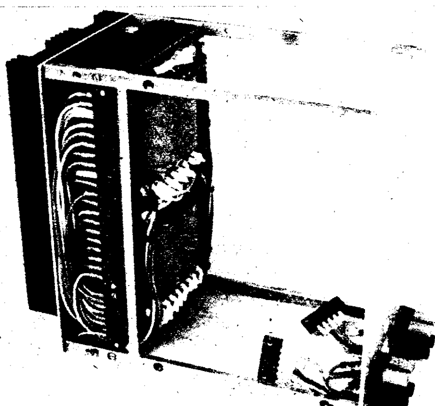
Na vstup oživovaného voltmetru přivedeme napětí 0,5 mV, trimr R68 nastavíme tak, aby právě „přeblikával" údaj na displeji mezi údaji 000 a 001. Pak nastavíme (ARIPOTEM) napětí 998,5 mV na „normálovém" voltmetru (trimrem R71, tak, aby displej „kolísal" mezi 998 a 999 mV). Obojí nastavení několikráte opakujeme. Pokud nelze uvedené hodnoty nastavit, vyměníme rezistory, označené hvězdičkou, za jiné s odlišným odporem. (Zaručované odchylky parametrů obvodu C520D jsou značné.) Po takovémto zásahu však dbáme, aby se celkový odpor R68 až R70 nezvětšil nad 50 kΩ. Je zapotřebí zkontrolovat vstupní proud C520D, jak to bylo popsáno výše.



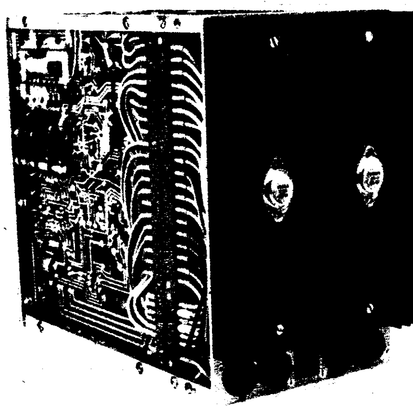
Obr. 9. Horní (vlevo) a dolní (vpravo) držák číslicového voltmetru. Materiál: hliníková slitina



Obr. 10. Rozpěrný sloupek pro voltmetr (vlevo) a úhelníky k uchycení na panel (vpravo)

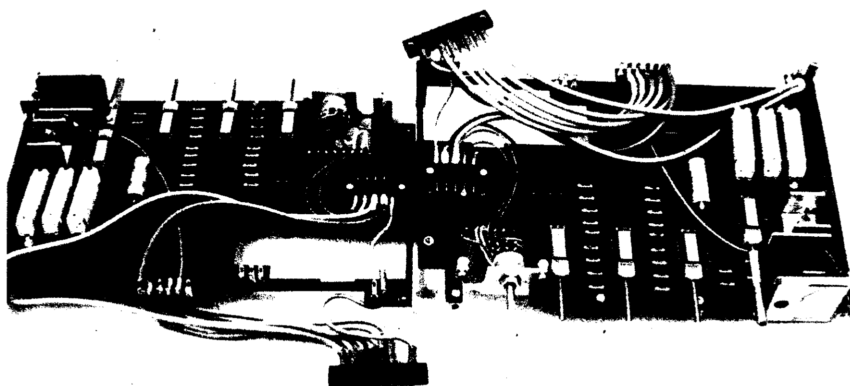


Obr. 11. Umístění výstupních svorek a transformátorů



Obr. 12. Umístění součástí na zadní stěně přístroje

K nastavení dalších rozsahů stačí použít kombinaci rezistoru a kvalitního odporového trimru. Přepínač Př9 přepneme do polohy 9,99 V, na vstup voltmetru přivedeme z nějakého vhodného zdroje napětí 9,985 V a trimrem R90 nastavíme na displeji údaj, kolísající mezi 9,98 a 9,99 V. Běžec trimru musí být přibližně uprostřed odporové dráhy (můžeme případně nahradit rezistor R86 za kus s jiným odporem). Používáme rezistory s kovovou vrstvou nebo ještě kvalitnější. Vhodné jsou typy MLT, dovážené ze SSSR. Pak přepneme Př9 do polohy 99,9 V. Na vstup přivedeme napětí 99,85 V (např. spojením několika zdrojů, které máme k dispozici). Trimrem R91 nastavíme na displeji údaj kolísající mezi 99,8 a 99,9 V. Tím je voltmetr nastaven. Po konečném sestavení zdroje překontrolujeme voltmetr znovu — asi po jedné hodině provozu při středním zatížení (oteplení).



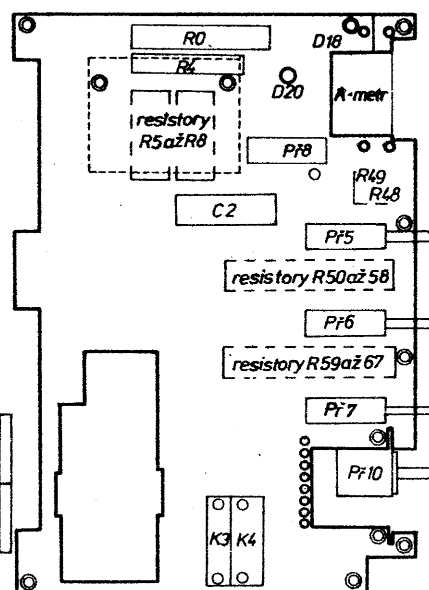
Obr. 13 Osazené „proudové" desky obou zdrojů

PR8
PR5
PR6
PR7
PR10
K3+K4
IT 1985

Obr. 14a. Deska s plošnými spoji („proudová") V304

Obr. 14b. Rozmístění součástek na desce V304

Obr. 15. Umístění některých součástek a funkčních celků na „proudové" desce

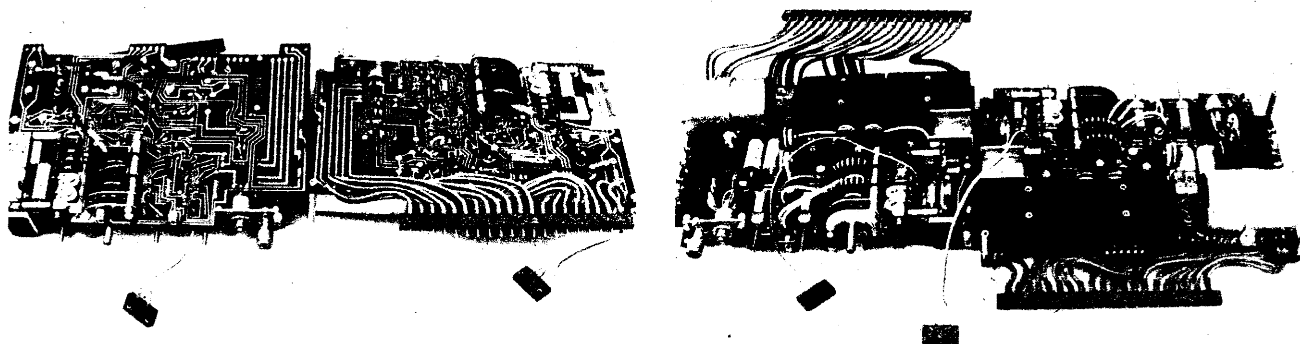


Nastavení obvodu pro stabilizaci napětí (IO1)

- proudový řadič nastav na 2,99 A (Př5 až Př7);
- P1 nastav do střední polohy;
- napěťový řadič nastav na 29,9 V (Př2 až Př4);
- R19 nastav tak, aby byl údaj číslicového voltmetru 29,9 V;
- napěťový řadič nastav na 0,00 V;
- R21 nastav tak, aby byl údaj voltmetru 0,00 V;
- postup několikráte opakuj, až dostaneš souhlas v obou krajních polohách;
- kontroluj všechny rozsahy napěťového řadiče.

Nastavení obvodu pro stabilizaci proudu (IO2)

- nastav napěťový řadič například na 29,9 V;
- na R4 připoj číslicový voltmetr, kterým budeš nepřímo měřit odebíraný proud ze zdroje: 1 V → 1 A, 2 V → 2 A, 3 V → 3 A;
- zkratuj výstupní svorky zdroje;
- proudový řadič nastav na 0,00 A, trimrem R23 nastav nulový proud, tj. údaj číslicového voltmetru 0,00 V;
- proudový řadič nastav na 2,99 A, trimrem R26 nastav proud 2,99 A (údaj číslicového voltmetru 2,99 V);



Obr. 16, 17. Osazené „napěťové" desky obou zdrojů

Obr. 18a. Deska s plošnými spoji „napěťová" V305

Obr. 18b. Rozmístění součástek na desce V305

Obr. 19. Umístění některých součástek a funkčních celků na desce ▶

— postup několikráte opakuj, až dosáhneš souhlasu v obou krajních polohách proudového řadiče;

— ponech zkratované výstupní svorky a přepínej proudovou dekádu za současné kontroly odebíraného proudu (zkratového proudu):

Nastavení dekády proudu	Údaj číslicového voltmetru, připojeného k R4
0,01 A	0,01 V
0,02 A	0,02 V
1,00 A	1,00 V
2,00 A	2,00 V
2,55 A	2,55 V
2,99 A	2,99 V

— proveď tuto kontrolu při všech napětích napěťového řadiče;

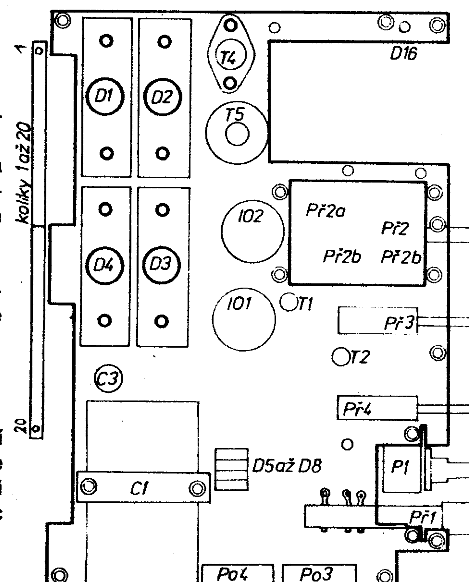
— odstraň zkrat výstupních svorek a na výstup zdroje připoj zatěžovací odpor, který dovolí odebírat při všech napětích proud až 3 A;

— proudový řadič nastav na 2,99 A;

— napětí při jednotlivých polohách napěťové dekády smějí klesat těsně před odebíraným proudem 2,99 A.

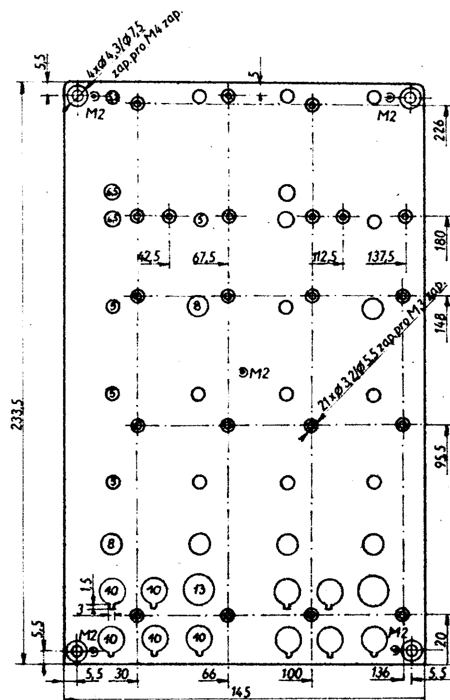
Použití zdroje

Máme-li použít zdroj k napájení některého zařízení, je vhodné správně odhadnout odebíraný proud. Jedná-li se například o tranzistorový přijímač

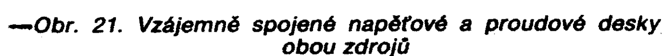




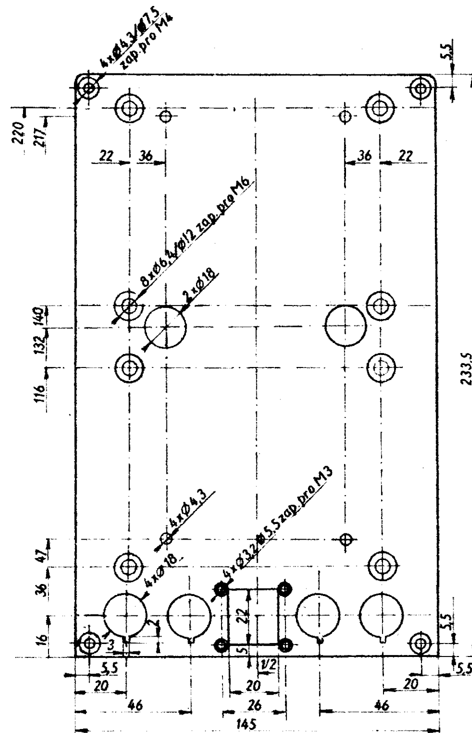
Obr. 20. Upevnění voltmetru



Obr. 24. Zadní panel. Materiál: hliníková slitina, tl. 3 mm. Čísla v kroužcích značí průměry vrtaných děr



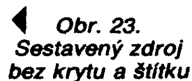
Obr. 21. Vzájemně spojené napěťové a proudové desky obou zdrojů





Obr. 22. Desky zasunuté do zdrojové části

Obr. 25. Přední (nosný) panel. Materiál: hliníková slitina, tl. 3 mm

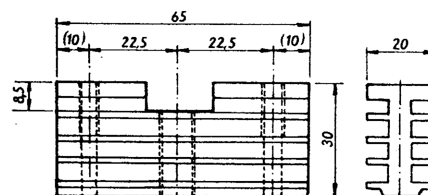


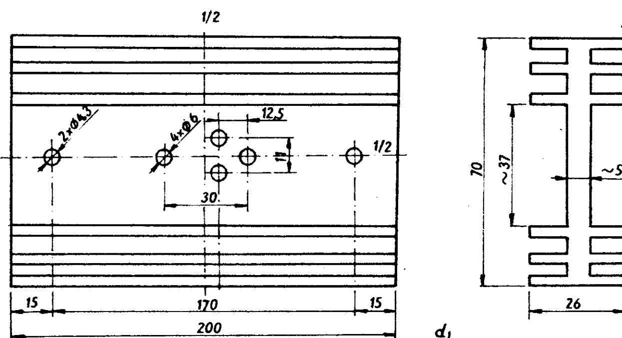
Obr. 23. Sestavený zdroj bez krytu a štítku

s napájecím napětím 9 V, jehož klidový proud je asi 15 mA, je vhodné před připojením přijímače nastavit na napěťové dekádě napětí 9,00 V a na proudové dekádě proudové omezení zdroje 0,02 A, tedy 20 mA. Pak je vhodné přijímač připojit. Je-li potenciometrem hlasitosti zvolena minimální hlasitost a zdroj nepřejde do proudového režimu (zhasla by dioda žlutá a rozsvítila by se zelená), lze zvětšit proud omezení (nastavením proudové dekády) například do oblasti maximálního proudu, odebíraného tranzistorového přijímače, který opravujeme. Přechod z režimu napěťového na proudový a naopak

Obr. 26. *Přední (krycí) panel. Materiál: organické sklo tl. 3 mm. Opracovat spolu s předním nosným panelem*

Obr. 27. *Horní a dolní díl skříňky, štítek, krycí panel a knoflíky*





Obr. 29. *Chladiče: materiál: hliník: a) pro T4; b) pro D20; c) pro D1 až D4; d) pro T3*

Obr. 28. *Vlevo horní, vpravo dolní díl skříňky. Materiál: železný plech tl. 2 mm. Díry perforace mají průměr 3,2 mm*

je natolik rychlý, že nemůže být při správné volbě omezení zničena žádná součástka v opravovaném přijímači. Ani při plném („tvrdém") zkratu na výstupu se zdroj nemůže poškodit. Máme-li proudovou dekádu nastavenu na 0,00 A, nelze samozřejmě nastavit žádné výstupní napětí (zdroj okamžitě reaguje v proudovém režimu). Proto je nutno při napájení obvodů, které odebírají ze zdroje jen nepatrný proud (například při cejchování apod.) nastavit na proudové dekádě alespoň minimální proudové omezení (0,01 A). Chceme-li použít ze zdroje pouze jeho číslicový voltmetr, zapneme pouze příslušný zdroj tlačítkem „SÍŤ". Na nastavení dalších prvků nezáleží. Ovládací prvky při tomto použití zdroje byly popsány v odstavci „Návod k použití".



Tabulka spojů pro konektory K1 a K2 s dutinkami

K1 vývod č.	K2 vývod č.	Tr1 vývod č.	T3 elektroda	ostatní
1	6			
2		13		
3	4		C	
4		4		
5		5		
6		6		
7	3			
8				Po2
9	2	10		
10	5			
11		9		
12	1			
13			B	
14			E	
15				Po1
16				síť
17		2		
18				síť
19		11		
20		14		

Poznámka: Dutiny konektorů K1 a K2 jsou číslovány shora dolů.

Napětí na konektoru K1

Mezi dutinkami	St napětí
2—20	10 V
9—19	11,5 V
9—11	11,5 V
8—4	17 V
8—5	25 V
8—6	32 V

Poznámka: Před měřením napětí na konektoru K1 je nutno propojit dutinku *16* s dutinkou *15* a dutinku *18* s dutinkou *17* tohoto konektoru.

Literatura

[1] Přihláška vynálezu ČSSR PV 8465-76, TESLA VÚST. *Grygera, L.; Králová, M.*: Číslicově nastavitelný zdroj proudu s obvodem MAA723.

[2] Přihláška vynálezu ČSSR PV 1238-77, TESLA VÚST. *Grygera, L.; Králová, M.*: Číslicově nastavitelný zdroj napětí s obvodem MAA723.

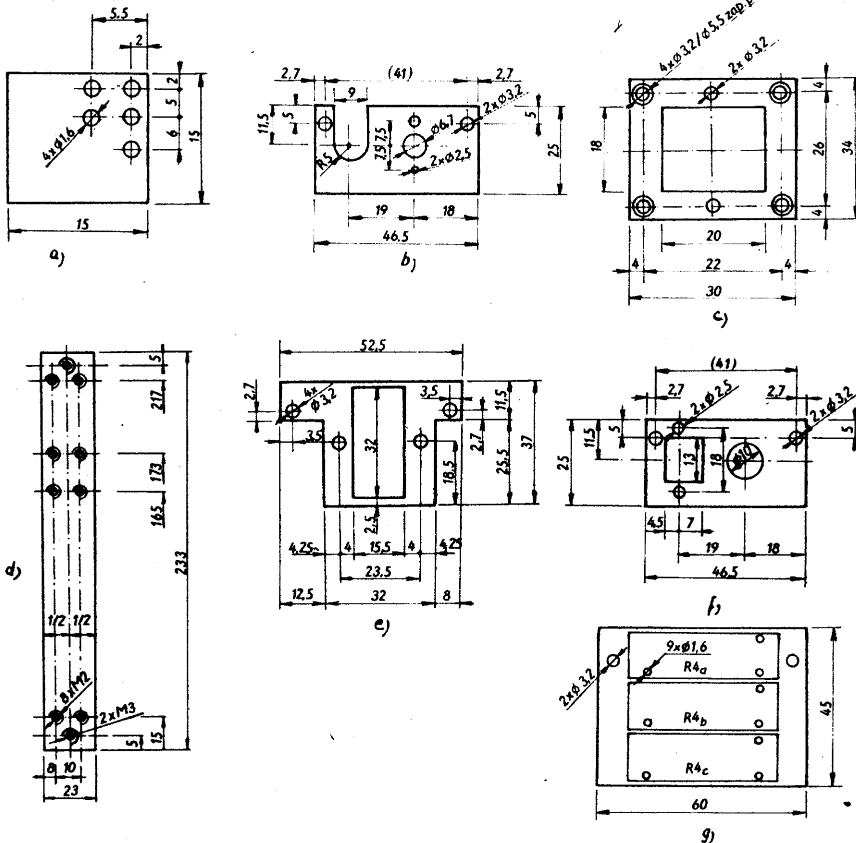
[3] Analogově číslicový převodník C520D. Dr. Ing. Bernd Kahl, Halbleiterwerk, Frankfurt; Ing. Jiří Vašenda, TESLA — Elektronické součástky, koncern Rožnov.

[4] AR-B č. 1/85, s. 31 až 33.

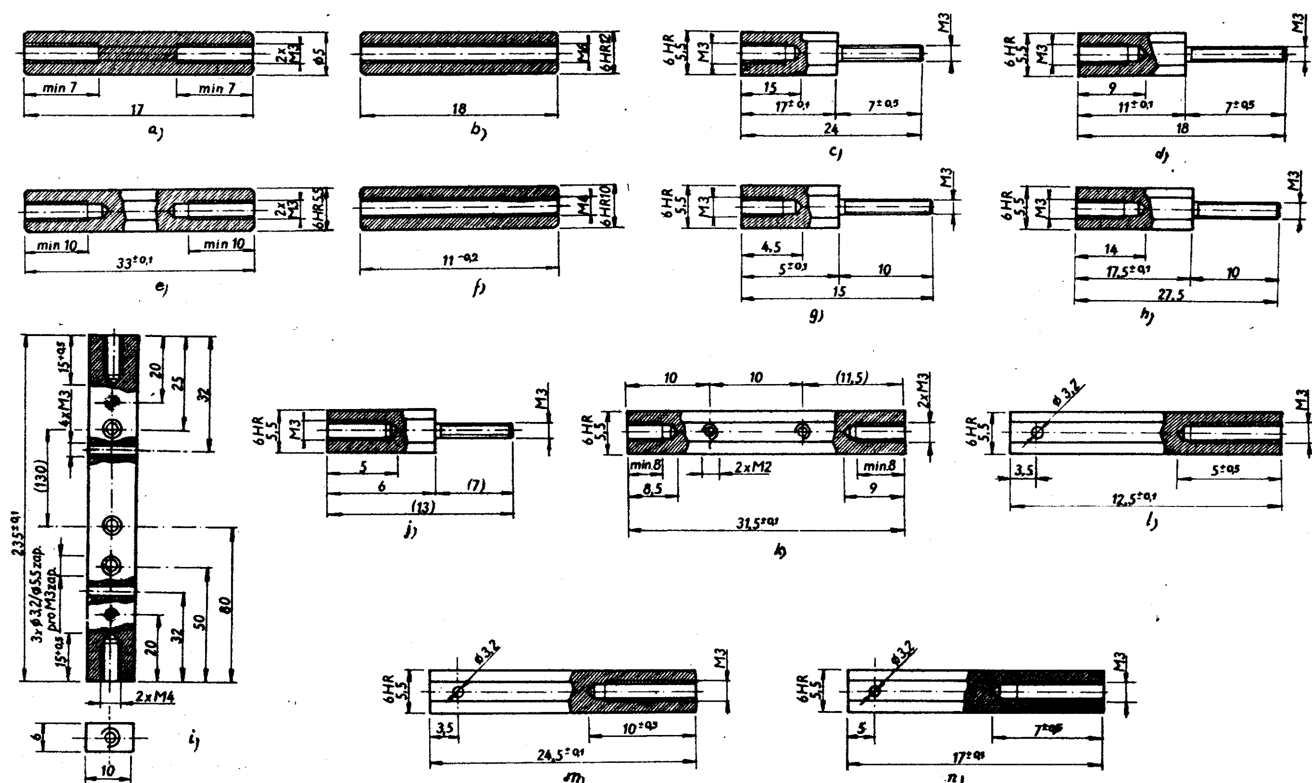
[5] AR č. 3/70, s. 97, AR-A č. 5/82, s. 169, AR č. 1/71, s. 28, AR-A č. 1/78 s. 12, ST č. 9/77, s. 333.

[6] *Tichý, I.*: Stavebnice pro konstruktéry. AR-A č. 6/1984, s. 217 až 222.

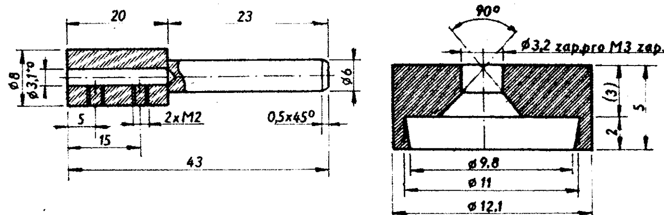
[7] *Tichý, I.*: Výroba přístrojových panelů fotografickou cestou. Čs. F č. 9/87, s. 415.



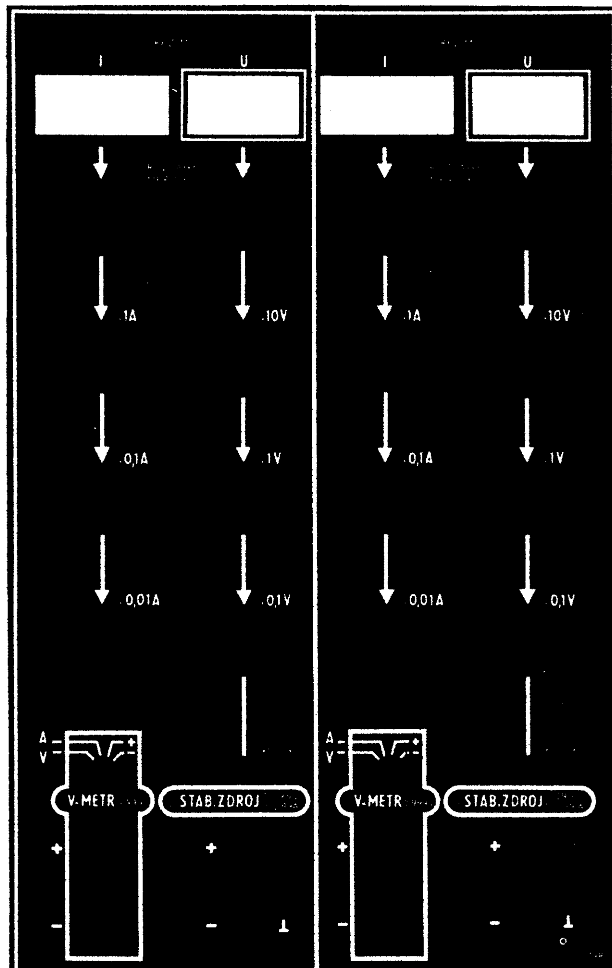
Obr. 30. Držáky: a) svítivých diod proudové i napěťové desky (materiál: kuprextit tl. 1,5 mm, díry ø 1,6 osadit dutými nýty ø 1,6 mm); b) přepínače Př10 (materiál: hliníková slitina, tl. 2 mm); c) síťové „vaničky" (materiál: hliníková slitina, tl. 2 mm); d) konektorů K1 a K2 (2 kusy — jeden z hliníkové slitiny, tl. 2 mm, druhý z tvrzené tkaniny nebo sklotextitu, tl. 0,5 mm); e) ampérmetrů (materiál: hliníková slitina, tl. 2 mm); f) držák potenciometru P1 a přepínače Př1 (materiál: hliníková slitina, tl. 2 mm); g) deska odporu R4 (materiál: sklotextit, tl. 1,5 mm)



Obr. 31. Rozpěrné sloupky (materiál: železo): a) pro držák síťové „vaničky"; b) pro transformátor; c) pro úpravu Př2 (Př2a); d) pro úpravu Př2 (Př2b); e) pro desky proudovou a napěťovou; f) pro chladič T3; g), h) pro uchycení k rozpěrným sloupkům zdroje (levý a pravý); i) mezi předním a zadním panelem; j) pro desku odporu R4; k) pro držák ampérmetrů; l), m) pro uchycení Př2 na desku s plošnými spoji; n) pro držák P1



Obr. 32. Vlevo prodlužovací hřídel pro Př8 (materiál: železo), vpravo přístrojová nožka (materiál: mosaz, do spodní části se vsune pryžová vložka)



Obr. 34. Provedení štítku (zmenšeno 2×)

Seznam součástek

Zdroj
(pro jeden kus)

Polovodičové součástky

D1 až D4, D20	KY708
D5 až D9	KY130/80
D10	KZ721
D11, D13	KZ141
D12, D14	KA501
D15, D17	GA202
D16	LQ1432
D18	LQ1732
T1, T2	KF508
T3	KD503
T4	KU612
T5	KF517
IO1, IO2	MAA723

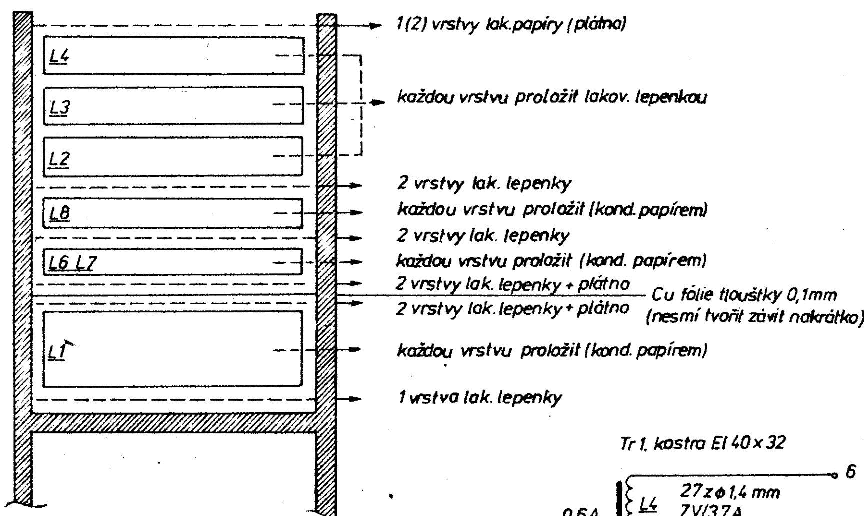
Rezistory

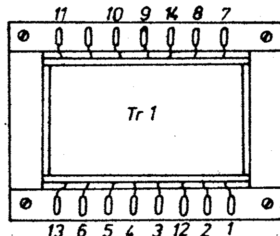
P1	100 Ω, TP195
R_o	470 Ω/10 W, drátový
R1, R2, R3, R11, R15	2,2 kΩ, MLT0,25
R4	1 Ω ± 0,01 %, z odpor. drátu
R5	28,7 kΩ, (přesnou hodnotu zjistíte při nastavování)
R6	8,6 kΩ, (přesnou hodnotu zjistíte při nastavování)
R7	1,5 kΩ, (přesnou hodnotu zjistíte při nastavování)
R9	820 Ω, MLT0,25
R10	8,2 kΩ, MLT0,25
R12	680 Ω, MLT0,25
R13	0,1 MΩ, MLT0,25
R14	560 Ω, MLT0,25
R16 až R18, R20, R22, R24, R27	3,3 kΩ, MLT0,25
R19, R21	680 Ω, trimr
R23, R26	4,7 kΩ, trimr
R28, R29, R48, R49	10 kΩ, MLT0,25/±0,5 %
R30 až R38, R50 až R58	1 kΩ, MLT0,25/±0,5 %
R39 až R47, R59 až R67	100 Ω, MLT0,25/±0,5 %

Kondenzátory

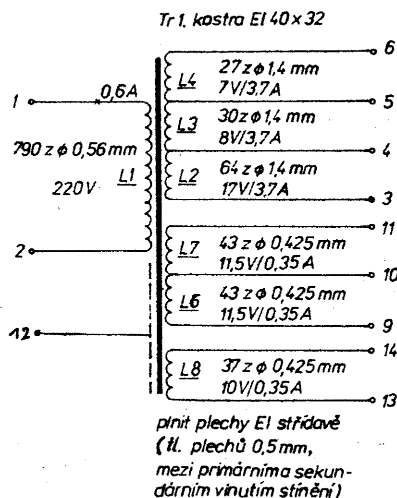
C1	5000 μF/50 V, TC937a
C2	2000 μF/35 V, TE986
C3	50 μF/35 V, TE986
C4, C5	500 μF/35 V, TE986
C10, C13	20 μF/15 V, TE984
C11, C12	100 pF/42 V, keramický
C	10 nF/42 V, keramický

Tr1	síťový transformátor — viz navíjecí předpis
Př1	síťový spínač ISOSTAT
Př2	26polohový pertinaxový řadič (aretuj „přes polohu")
Př3, 4, 6, 7	řadič (mikrominiaturní pro plošné spoje) TS12261 11/10
Př5	řadič (mikrominiaturní pro plošné spoje) TS12261 13/03
Př 8	přepínač miniaturníO2 TS12111 13/04
Re	relé miniaturní LUN-12V-2621.4/502
Po1	pojistka trubičková
Po2	pojistka trubičková T 4 A/250 V
Po3	pojistka trubičková T0, 08A/250 V
Po4	pojistka trubičková T0, 4A/250 V
měřidlo	MP40-100 μA (U_o = 180 mV, R_i = 1800 Ω)





Obr. 33. Údaje pro zhotovení Tr1. Kostra se plní plechy EI tloušťky 0,5 mm střídavě, mezi primárním a sekundárním vinutím je stínění. L6 a L7 vinout současně



PROJEKTOVÁNÍ NABÍJEČE AUTOBATERIÍ OSOBNÍM POČÍTAČEM

Ing. Jan Šich, Ing. Vladimír Vojáček

S problémem nabíjení nebo dobíjení autobaterie se dnes a denně setkává každý motorista. Proto předkládáme tento univerzální návod na stavbu nabíječe. Přístroj splňuje základní požadavky: jednoduchost konstrukce, snadnou obsluhu a odolnost vůči nešetrnému zacházení. Zde popsanou metodou si může každý zájemce sám navrhnout nabíječ autobaterií podle svých požadavků. Základem každého nabíječe je transformátor, usměrňovač a proudový omezovač, realizovaný rezistory. Tím se charakteristika nabíječe přiblíží nabíječi s konstantním proudem. Nabíjecí proud má pulsní charakter, což je pro olověné akumulátory velmi příznivé.

Vycházíme z toho, že transformátor se získá ze starých zásob. (Typicky vhodným standardním transformátorem je transformátor 220 V/24 V.) Diody je možno již poměrně snadno dokoupit, stejně jako výkonové rezistory. Na transformátor je kladena podmínka, že jeho sekundární napětí (vrcholová hodnota) je větší než napětí baterie a musí být dimenzován na požadovaný proud (efektivní hodnota).

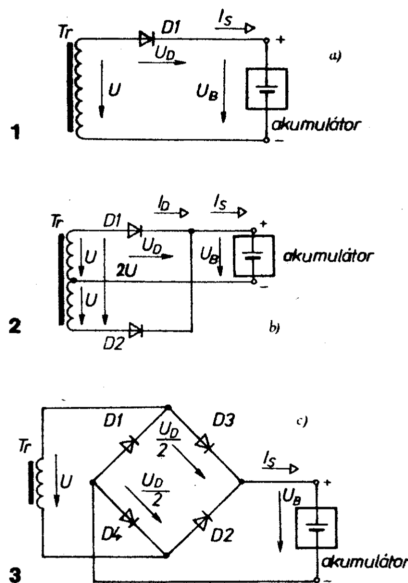
Proud z transformátoru je usměrněn jednocestně nebo dvoucestně podle toho, kolik chceme použít diod. Výběr možných zapojení sekundární strany je na obr. 1.

Pokud vyhovuje proudová zatížitelnost transformátoru, lze doporučit zapojení podle varianty 1, kdy kromě menšího počtu diod a jednoduchého sekundárního vinutí je akumulátor nabíjen pulsy s polovičním kmitočtem než u variant 2 a 3.

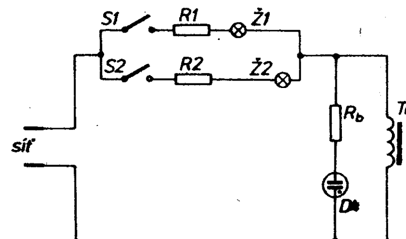
Nabíjecí proud je nutné omezit na takovou velikost, jakou potřebujeme pro daný akumulátor. K tomu slouží rezistory na primární straně transformátoru. Odpor v „primáru" se transformuje na odpor v „sekundáru". Výhodou tohoto zapojení je, že rezistory na primární straně nemají neobvykle malý odpor. Schéma zapojení primární strany je na obr. 2. Zapnutí sítě je indikováno doutnavkou, odběr proudu akumulátorem je indikován žárovkou v primáru, tato žárovka musí být dimenzována pro efektivní hodnotu proudu, který protéká příslušným rezistorem (větví) v primární straně transformátoru.

V nejjednodušším provedení lze žárovky nahradit zkratem a doutnavku s předřadným odporem vypustit, tím se konstrukce nabíječe dále zjednoduší.

Ovládacími prvky jsou síťové spínače. Zapnutím příslušných spínačů se nastavuje proud nabíječe. Počet spínačů záleží na volbě konstruktéra, domníváme se, že dva postačí. Při dvou spínačích lze kromě stavu vypnuto nastavit 3 různé nabíjecí proudy. Na



Obr. 1. Varianty zapojení sekundární strany nabíječe: a) jednocestné usměrnění, b) dvoucestné usměrnění se symetrickým vinutím transformátoru, c) dvoucestné usměrnění s můstkovým usměrňovačem



Obr. 2. Zapojení primární strany nabíječe

obr. 3 jsou znázorněny proudové a napěťové poměry při nabíjení.

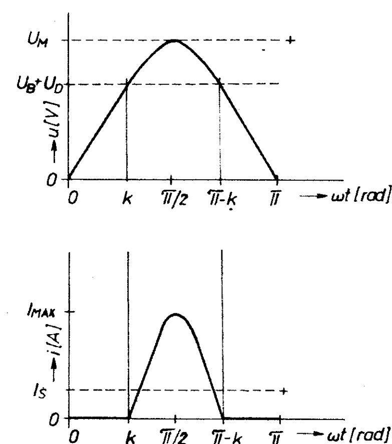
Odpory rezistorů navrhne příslušný program NABÍJEČ. Tento program je psán v programovacím jazyce BASIC a komunikuje s uživatelem interaktivním způsobem. Kdo nevlastní osobní počítač, může si odpory vypočítat podle vztahů uvedených na konci článku.

Celý návod není úmyslně zpracováván jako konstrukční dokumentace, do stavby se mohou pustit jen zkušenější amatéři, jelikož se na primární straně transformátoru pracuje se síťovým napětím. Poučení o stavbě takových zařízení lze nalézt v dřívějších výtiscích AR, např. AR A10/81, A4/83.

Diody musí být montovány na chladičích. Velikost chladiče závisí na zvolené střední hodnotě nabíjecího proudu a typu zapojení podle obr. 1.

V zapojeních 2 a 3 protéká diodou polovina proudu akumulátoru.

Na závěr zde uvedeme příklad návrhu nabíječe podle programu NABÍJEČ. (Komunikace je zachycena ON LINE tiskárnou.)



Obr. 3. Průběh napětí a proudu při nabíjení akumulátoru

Číslicový voltmetr
(pro jeden kus)

Polovodičové součástky

IO3	C520D (N520D)
IO4	D147C
IO5	MA7805
IO6 až IO8	LQ410
D21 až D24	KY130/80
T6 až T8	KSY82
T9, T10	KC508

Rezistory

R68	10 kΩ, TP111 (113)
R69, R70	18 kΩ, MLT0,25
R71, R90	4,7 kΩ (3,3 kΩ), TP111 (113), trimr
R72	100 Ω, MLT0,25
R73 až R76	10 kΩ, MLT0,25
R77	1 kΩ, MLT0,25
R78	10 kΩ ± 1 %, MLT0,25
R79 až R85, R88, R89	120 Ω (zelený subminiaturní)
R86	82 kΩ, MLT0,25
R87	1 MΩ, MLT0,25

Kondenzátory

C	10 nF/42 V, keramický
C6	1 mF/15 V, TE984
C7, C15	0,33 F/100 V, TC215
C8	0,22 F/100 V, TC215
C9	200 F/6 V, TE981
C16	22 nF/100 V, keramický
Př9	přepínač (mikrominiaturní pro pl. spoje), TS1211117/03

```
>
10 REM PROGRAM N A B I J E C  (BASIC)
15 PRINT "N A B I J E C  A K U M U L A T O R U"
20 PRINT "JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]"
30 INPUT V
40 PRINT "JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]"
50 PRINT " ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )"
60 INPUT U
70 LET O=1
80 LET G=0
90 LET H=0
100 LET A=0
110 LET C=0
120 PRINT "JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)"
130 INPUT Z
140 IF Z=1 THEN  GOSUB 1500
150 IF Z=2 THEN  GOSUB 1600
160 IF Z=3 THEN  GOSUB 1700
170 PRINT "KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)"
180 INPUT N
190 PRINT "JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO ";O;". ODPOR [A] "
200 INPUT I
210 LET A=A+I
220 LET B=U+D*.7
230 LET Q=SQR(V*V*2-B*B)
240 LET K=ATN(B/Q)
250 LET P=(M/3.1415)*(COS(K)-SIN(K)*((3.1415/2)-K))
255 PRINT "DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU ";K;"RAD."
260 LET J=I/P
270 LET C=C+J
280 PRINT "MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE ";J,"A"
290 LET F=(M/3.1415)*.5*((1-SIN(K)*SIN(K))*((3.1415/2)-K)-.25*SIN(K*2))
300 LET E=SQR(F)
305 IF F<0 THEN PRINT "MAS MALE NABIJECI NAPETI !"
310 LET R=(220*220*SQR(2)*P)/(I*V)
320 PRINT "ODPOR R";O;"V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU ";R;" OHMU"
330 LET Y=I*E/P
340 PRINT "EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE";Y;"A"
360 LET G=G+Y*Y
370 LET X=Y*(V/220)
380 PRINT "EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU "
390 PRINT "BUDE ";X;"A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z ";O;"!"
400 PRINT "  "
410 LET H=H+X*X
420 LET W=X*X*R
430 PRINT "VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU ";O;"CINI ";W;"WATTU"
435 PRINT "   "
440 LET O=O+1
450 IF O<=N GO TO 190
460 LET H=SQR(H)
470 PRINT "CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE ";H;"A,"
480 PRINT "NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU "
490 LET G=SQR(G)
500 PRINT "CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE";G;"A,"
510 PRINT "NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI "
515 PRINT "   "
530 PRINT "CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE ";C,"A"
540 PRINT "CELKOVY STREDNI PROUD BUDE ";A,"A"
550 LET T=A/M
560 PRINT "DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU";T;"A"
562 GOSUB 2000
565 PRINT "PRI UZITI ZAPOJENI ";Z;"."
570 PRINT "CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]"
580 INPUT L×
590 IF L×="A" GO TO 20
600 PRINT "DEKUJI ZA SPOLUPRACI A KONCIM "
610 GO TO 3000
1500 LET D=1
1510 LET M=1
1520 RETURN
1600 LET D=2
1610 LET M=2
1620 RETURN
1700 LET D=2
1710 LET M=2
1720 RETURN
2000 IF Z=3 GO TO 2030
2010 S=V*SQR(2)+U*1.4
2020 GO TO 2040
2030 S=U+1.4
2040 PRINT "DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM";S;"V"
2050 RETURN
3000 END
```

```
N A B I J E C  A K U M U L A T O R U
JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]
? 24
JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]
 ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )
? 13
JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)
? 1
KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)
? 2
JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  1 . ODPOR [A]
? 1
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .415492 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  7.00275 A
ODPOR R 1 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  407.268  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 2.47113 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .269578 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  1 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  1 CINI  29.5972 WATTU

JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  2 . ODPOR [A]
? 2
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .415492 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  14.0055 A
ODPOR R 2 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  203.634  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 4.94227 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .539157 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  2 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  2 CINI  59.1944 WATTU

CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE  .602795 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU
CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE 5.52563 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI

CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE  21.0083 A
CELKOVY STREDNI PROUD BUDE  3 A
DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU 3 A
DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM 52.1411 V
PRI UZITI ZAPOJENI  1 .
CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]
? A
JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]
? 24
JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]
 ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )
? 13
JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)
? 3
KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)
? 2
JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  1 . ODPOR [A]
? 1
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .438149 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  3.69574 A
ODPOR R 1 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  771.699  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 1.78962 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .195231 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  1 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  1 CINI  29.4134 WATTU

JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  2 . ODPOR [A]


? 2
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .438149 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  7.39148 A
ODPOR R 2 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  385.85  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 3.57923 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .390462 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  2 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  2 CINI  58.8268 WATTU

CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE  .43655 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU
CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE 4.0017 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI

CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE  11.0872 A
CELKOVY STREDNI PROUD BUDE  3 A
DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU 1.5 A
DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM 14.4 V
PRI UZITI ZAPOJENI  3 .
CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]
? A

N A B I J E C  A K U M U L A T O R U
JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]
? 24
JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]
 ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )
? 13
JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)
? 1
KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)
? 2
JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  1 . ODPOR [A]
? 1.5
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .415492 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  10.5041 A
ODPOR R 1 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  271.512  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 3.7067 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .404368 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  1 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  1 CINI  44.3958 WATTU

JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  2 . ODPOR [A]
? 3
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .415492 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  21.0083 A
ODPOR R 2 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  135.756  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 7.4134 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .808735 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  2 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  2 CINI  88.7915 WATTU

CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE  .904193 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU
CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE 8.28844 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI

CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE  31.5124 A
CELKOVY STREDNI PROUD BUDE  4.5 A
DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU 4.5 A
DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM 52.1411 V
PRI UZITI ZAPOJENI  1 .
CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]
? A

JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]
? 24
JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]
 ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )
? 13
JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)
? 3
KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)
? 2
JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  1 . ODPOR [A]
? 1.3\3\5
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .438149 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  5.54361 A
ODPOR R 1 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  514.466  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 2.68443 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .292846 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  1 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  1 CINI  44.1201 WATTU

JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  2 . ODPOR [A]
? 3
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .438149 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  11.0872 A
ODPOR R 2 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  257.233  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 5.36885 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .585693 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  2 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  2 CINI  88.2402 WATTU

CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE  .654824 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU
CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE 6.00256 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI

CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE  16.6308 A
CELKOVY STREDNI PROUD BUDE  4.5 A
DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU 2.25 A
DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM 14.4 V
PRI UZITI ZAPOJENI  3 .
CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]

N A B I J E C  A K U M U L A T O R U
JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]
? 24
JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]
 ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )
? 13
JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)
? 3
KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)
? 2
JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  1 . ODPOR [A]
? 1.5
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .438149 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  5.54361 A
```

```
ODPOR R 1 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  514.466  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 2.65443 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .292846 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENZOVANA ZAROVKA Z  1 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  1 CINI  44.1201 WATTU

JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  2 . ODPOR [A]
? 3
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .438149 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  11.0872 A
ODPOR R 2 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  257.233  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 5.36885 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  .585693 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  2 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  2 CINI  88.2402 WATTU

CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE  .654824 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU
CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE 6.00256 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI

CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE  16.6308 A
CELKOVY STREDNI PROUD BUDE  4.5 A
DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU 2.25 A
DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM 14.4 V
PRI UZITI ZAPOJENI  3 .
CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]

N A B I J E C   A K U M U L A T O R U
JAKE NAPETI NA VYSTUPU DAVA TVUJ TRANSFORMATOR [V]
? 18.9
JAKE NAPETI MA TVUJ AKUMULATOR [V]
 ( DOPORUCENI PRO 6V TYP 6.5 V A PRO 12V TYP 13 V )
? 13
JAKE VOLIS ZAPOJENI USMERNOVACE (1,2 NEBO 3)
? 1
KOLIK VOLIS ODPOROVYCH VETVI V PRIMARU (POCET SPINACU)
? 1
JAKY DILCI NABIJECI PROUD POZADUJES PRO  1 . ODPOR [A]
? 4.5
DOPLNEK UHLU OTEVRENI VENTILU  .538162 RAD.
MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA DIODAMI PRI TOMTO ODPORU JE  42.918 A
ODPOR R 1 V PRIMARU BUDE MIT HODNOTU  84.3839  OHMU
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V SEKUNDARU BUDE 12.5967 A
EFEKTIVNI HODNOTA TOHOTO NABIJECIHO PROUDU V PRIMARU
BUDE  1.08217 A, NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANA ZAROVKA Z  1 !

VYKONOVA ZTRATA NA ODPORU  1 CINI  98.8214 WATTU

CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V PRIMARU JE  1.08217 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO VINUTI PRIMARU
CELKOVA EFEKTIVNI HODNOTA PROUDU V SEKUNDARU JE 12.5967 A,
NA TENTO PROUD MUSI BYT DIMENSOVANO SEKUNDARNI VINUTI

CELKOVA MAXIMALNI PROUDOVA SPICKA BUDE  42.918 A
CELKOVY STREDNI PROUD BUDE  4.5 A
DIODY MUSI BYT POTOM DIMENZOVANY NA STEDNI HODNOTU PROUDU 4.5 A
DIODY BUDOU NAMAHANY NAPETIM 44.9286 V
PRI UZITI ZAPOJENI  1 .
CHCES POCITAT DALSI NABIJEC ?[ANO=A]
? ne
DEKUJI ZA SPOLUPRACI A KONCIM
```

$$B = U + D \times 0{,}7$$

$$J = I\frac{1}{P}$$

$$K = \arcsin\left(\frac{B}{U_{ef}\sqrt{2}}\right)$$

$$R = \frac{220^2\sqrt{2}\,P}{I\,U_{ef}}$$

$$X = I\frac{E}{P}$$

$$Y = X\frac{U_{ef}}{220}$$

$$W = Y^2 . R$$

$$P = \frac{M}{\pi}\left[\cos K - \sin K\left(\frac{\pi}{2} - K\right)\right]$$

$$E = \sqrt{\frac{M}{\pi}\left[\frac{1}{2}\left((1-\sin^2 K)\cdot\left(\frac{\pi}{2} - K\right) - \frac{1}{4}\sin 2K\right)\right]}$$

Vztahy pro výpočet

- U_{ef} — efektivní hodnota sekundárního napětí transformátoru,
- U — napětí akumulátoru,
- I — střední hodnota nabíjecího proudu,
- D — počet diod za sebou v proudové smyčce sekundárního vinutí,
- M — počet pulsů za periodu,
- B — napětí, při kterém se otevírá dioda,
- K — doplněk úhlu otevření diody,
- P — součinitel střední hodnoty proudu,
- J — špičkový proud sekundáru,
- E — součinitel efektivní hodnoty proudu,
- R — odpor v primární straně transformátoru,
- X — efektivní hodnota proudu v sekundárním vinutí,
- Y — efektivní hodnota proudu v primárním vinutí,
- W — výkonová ztráta rezistoru v sérii s primárním vinutím.

Použité jednotky veličin jsou: V, A, Ω, W, radiány.

Dva univerzální zdroje

Pavel Kubáč

Mít možnost volby vhodného napájecího napětí pro opravy, ale též k ověřovací a vývojové práci, to je přání a základní předpoklad pro vybavení pracovišť. Integrovaný obvod μA723 byl poprvé navržen a prakticky ověřen ve zdroji už před osmnácti lety. Ojedinělá byla např. koncepce zdroje, popsaného v [1], i jeho úpravy podle [2].

Ve své konstrukci jsem se snažil alespoň částečně splnit své přání „pěti pé": plynulé řízení napětí od 0 V, proudový nastavitelný režim, plná nebo alespoň částečná ochrana zdroje i zátěže, pohotovostní rozměry i ovládání zdroje a konečně použití dostupných součástek.

Zdroj A (obr. 1)

Základní technické údaje

Výstupní napětí: 0 až 25 V.
Zvlnění výstupního napětí: 0,2 mV.
Vnitřní odpor: asi 10 mΩ.
Rozsah volby omezení proudu: 0,025 až 1 A (krátkodobě až 4 A).
Rozsah volby vypínacího proudu: 0,1 až 4 A (se signalizací LED).
Částečná ochrana tepelná, napěťová a proudová (se signalizací).
Rozměry: 165 × 90 × 90 mm.
Hmotnost: 2 kg.

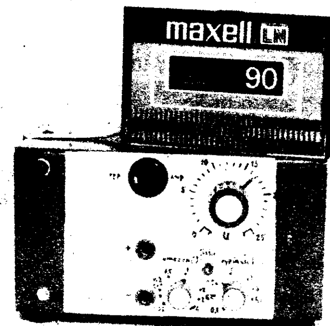
Popis činnosti

Z vnitřního zapojení MAA723 je zřejmé, že úroveň napětí na řídicích vstupech (2 V až U_R — referenční napětí podle katalogu) je vlastně předpětí, nutné k činnosti tranzistorů T11 a T12 ve struktuře IO. IO MAA723 má vlastní zdroj referenčního napětí U_R, který použijeme při nastavení úrovně napětí obou řídicích vstupů; pro stabilizaci výstupního napětí přičítáme jeho část k základní stabilizační úrovni pro invertující vstup.

Zapojení zdroje A je na obr. 1. Potenciometrem P1 se řídí úroveň napětí U_r pro neinvertující vstup v rozmezí až 5 V. Na invertující vstup se přivádí (k základní úrovni, odvozené z U_R) část výstupního napětí U_2 (přes dělič R6, R7, R_b).

Pro napětí $U_2 = 2$ V musíme eliminovat část napětí U_R, která způsobuje, že při různé zátěži není napětí U_2 dobře definováno. Proto je zdroj zatížen konstantním kompenzačním proudem (obvod s tranzistorem T3). Na diodě D9 vzniká potřebné napětí U_{CE} pro T3. Sériové spojení D9 a R18b rozšiřuje rozsah nastavení proudové pojistky a zmenšuje teplotní závislost jisticího tyristoru Ty. Podobná je i činnost obvodu pro omezení maximálního proudu (T2, D6). Vyšší napájecí napětí pro IO MAA723 se získává násobičem (D11, D12, C2, C4, C5).

Ochranu zdroje proti dlouhodobému přetížení zajišťuje tepelný vypínač V2 spolu s pojistkou Po2, proti vnějšímu cizímu napětí chrání obvod Po2, D7 a D10, R7, Di a D13, popř. vypínač V1b.



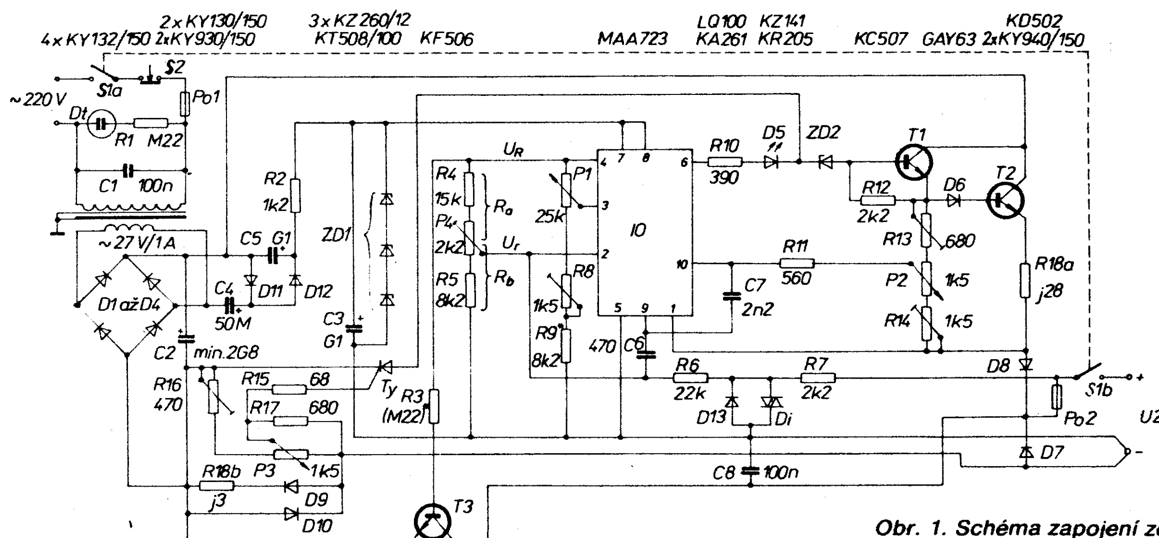
K realizaci zdroje A

Rezistor R3 zvolíme podle použitého tranzistoru T3 s využitím vztahu

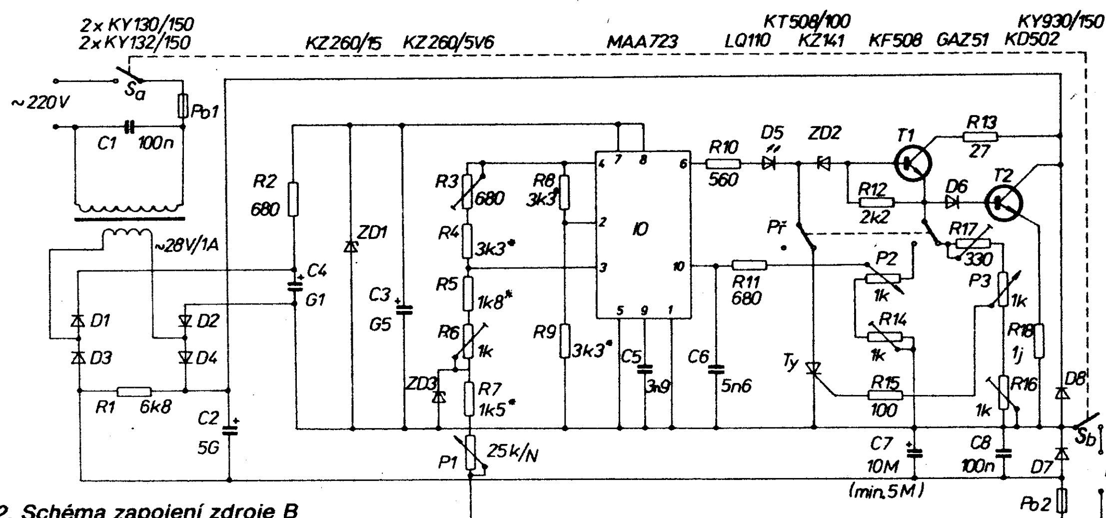
R3 = 2600 h_{21E};

vypočítanou hodnotu zaokrouhlíme na nejbližší z řady E12. T3 by měl mít malý zbytkový proud I_{CBO}. Stabilizaci kolektorového proudu T3 lze zkontrolovat dodatečně při provozu zdroje. Diak volíme s co nejmenším zbytkovým proudem (měříme jej při napětí asi 20 V), U_{BO} by měl mít v mezích 24 až 26 V. Ochranný vypínač V2 (s prvkem z dvojkovu) by měl být nastaven tak, aby přerušil obvod při teplotě menší než 100 °C.

Při oživování nejprve nastavíme potenciometry P2 a P3 největší I_2. Napěťové nastavení spočívá v seřízení napětí $U_2 = 25$ V trimrem P4 (potenciometr P1 nastaven k U_R); pak se potenciometr P1 otočí na druhý doraz a trimrem R8 se nastaví U_{2min}, tj. 0 V. Potom seřídíme obvod proudového omezení I_2. Je třeba přitom pracovat rychle, popř. s přestávkami, vhodné je použít výkonový zatěžovací rezistor. Volba nejmenšího omezení zatěžovacího proudu je limitována stabilitou kompenzačního proudu



Obr. 1. Schéma zapojení zdroje A



Obr. 2. Schéma zapojení zdroje B

a proto sledujeme i omezení napětí U_2. Trimrem R13 nastavíme nejmenší, trimrem RE14 největší proud I_{2max}.

U tyristorového jističe postačí nastavit největší vypínací proud 4 A trimrem R16.

Zdroj B (obr. 2)

Základní technické údaje

Výstupní napětí: 0 až 25 V.
Zvlnění výstupního napětí: 0,28 mV.
Vnitřní odpor před V1b: 8 mΩ.

Nastavení proudového omezení: 5 až 1000 mA.
Rozsah vypínacího proudu: 0,025 až 2,5 A.
Částečná proudová a napěťová ochrana se signalizací.
Rozměry: 165 × 90 × 90 mm.
Hmotnost: 2 kg.

Popis činnosti

Stabilizátor s „plovoucí zemí" je v upraveném zapojení s rozšířeným ovládáním podle [3].

Napětí U_R i úrovně operačních vstupů U_r vlastně „plují" nad výstupní úrovní zdroje U_2 (vývod *5* IO je spojen se svorkou $+U_2$). Pro vyvážení diferenčního zesilovače v IO vyplývá z konstantní úrovně inverzního vstupu (odvozené z konstantního proudu děličem R8, R9) i shodná úroveň na neinvertujícím vstupu IO a konstantní proud potenciometrem P1. Proto se na proměnný dělič R3 až R7, P1 přivádí napětí U_2 a U_R a potřebná část z toho je pro vyvážení obvodu.

Kondenzátory C5 až C7 zajišťují stabilitu zdroje. Dioda ZD2 zvyšuje ovládací úroveň výkonového stupně a zabezpečuje spolehlivou funkci tyristoru.

K realizaci zdroje B

Podobně jako u zdroje A doporučuji nejprve nastavit potenciometry P2 a P3 největší proud. Při napěťovém nastavení seřizujeme trimrem R3 napětí U_{2max} = = 25 V a (po otočení běžcem potenciometru P1) trimrem R6 napětí U_{2min}. Napětí U_2 se nesmí dostat na zápornou hodnotu (ochrana diodou D7).

V obvodu omezení zatěžovacího proudu nastavíme největší proud trimrem R14. U bistabilního tyristorového jističe nastavíme postupně trimrem R17 nejmenší a trimrem R16 největší proud I_{2vyp}. Postupujeme podobně jako u zdroje A.

Mechanické provedení

Obvody jsou sestaveny na deskách s plošnými spoji (obr. 3, 4). K montáži lze použít rozměrově vhodnou skříňku s dostatečným větráním. Nejlépe vyhoví plechová krabice s mřížkou na přední a obou bočních stěnách. Tranzistor T2 musí být opatřen vhodným chladičem (např. tmavý profil z Al s plochou min. 380 cm²), na něm, popř. přímo na tranzistor, upevníme dvojkovem ovládaný vypínač. Usměrňovací diody se rovněž značně ohřívají a je vhodné zlepšit jejich chlazení malými chladicími křidélky, připájenými asi 3 mm od pouzdra na jejich vývody (rychle a s ochlazením).

Provedení popisovaného zdroje A je patrné z obr. 5 a 6. Na čelním panelu je lineárně dělená ocejchovaná stupnice pro přesné nastavení výstupního napětí a dvě menší, nelineární stupnice (s větším rozsahem) pro informativní nastavení vypínacího a omezovacího proudu. Je výhodné také varovně označit si část stupnice, v níž může proud I_2 překročit trvale 1 A. Obsluhu usnadní viditelné umístění diody D5 i doutnavky Dt na čelním panelu.

Seznam součástek pro zdroj A

Rezistory a potenciometry

R1	220 kΩ, TR 212
R2	1,2 kΩ, TR 153 (TR 521)
R3	viz text, TR 151 (TR 191)
R4	15 kΩ, TR 151
R5, R9	8,2 kΩ, TR 151
R6	22 kΩ, TR 151
R7	2,2 kΩ, TR 192 (TR 152)
R8, R14	1,5 kΩ, TP 011 (TP 008)
R10	390 Ω, TR 152 (TR 181)
R11	560 Ω, TR 212
R12	2,2 kΩ, TR 212
R13	680 Ω, TP 040
R15	68 Ω, TR 212
R16	470 Ω, TP 110 (TP 008)
R17	680 Ω, TR 151 (TR 191)
R18a, R18b	0,3 Ω ± 20 %, z odporového drátu
P1	25 kΩ/N, TP 280
P2, P3	1,5 kΩ, TP 052 c
P4	2,2 kΩ, TP 011 (TP 110)

Kondenzátory

C1	100 nF/630 V, C 210
C2	5000 μF (2000 μF)/35 V
C3, C5	100 μF/35 V, TE 986
C4	50 μF/35 V, TE 986
C6	470 pF, TK 724
C7	2,2 nF, TK 744
C8	100 nF, TK 783

Polovodičové součástky

D1 až D4	KY132/150
D5	LQ100
D6	GAY63 (OA9)
D7, D8	KY940/150
D9, D10	KY930/150 (KY710)
D11, D12	KY130/150
D13	KA261
ZD1	3xKZ260/12 ($U_z \leq 40$ V)
ZD2	KZ141
Di	KR205
Ty	KT508/100 (KT502)
T1	KC507
T2	KD502
T3	KF506
IO	MAA723

Ostatní součástky

síťový transformátor min. 33 VA, 27 V/1 A

S1	dvojitý síťový spínač
S2	bimetalový síťový vypínač
Po1	síťová pojistka 0,3 A
Po2	pojistka 1,5 A s pouzdrem
Dt	doutnavka

Pozn.: V závorkách jsou uvedeny příklady zaměnitelných součástek.

Seznam součástek pro zdroj B

Rezistory a potenciometry

R1	6,8 kΩ, TR 143
R2	680 Ω, TR 153
R3	680 Ω, TP 011
R4, R8, R9	3,3 kΩ, TR 151
R5	1,8 kΩ, TR 151
R6	1 kΩ, TP 011
R7	1,5 kΩ, TR 181
R10	560 Ω, TR 152
R11	680 Ω, TR 151
R12	2,2 kΩ, TR 212
R13	27 Ω, TR 212
R14, R16,	1 kΩ, TP 011
R15	100 Ω, TR 212
R17	330 Ω, TP 026
R18	1 Ω, TR 507
P1	25 kΩ/N, TP 280
P2, P3	1 kΩ, TP 052c

Kondenzátory

C1	100 nF/630 V, C 210
C2	5000 μF/50 V, TC 937a
C3	500 μF/15 V, TE 984
C4	100 μF/70 V, TE 988
C5	3,9 nF, TK 744
C6	5,6 nF, TK 744
C7	10 μF (min. 5 μF)/70 V, TE 988
C8	100 nF, TK 783

Polovodičové součástky

D1, D2	KY130/150
D3, D4	KY132/150
D5	LQ110
D6	GAZ51
D7, D8	KY930/150
ZD1	KZ260/15
ZD2	KZ141
ZD3	KZ260/5V6
Ty	KT508/100
T1	KF508
T2	KD502
IO	MAA723

Ostatní součástky

Síťový transformátor min. 37 VA, 28 V/1 A

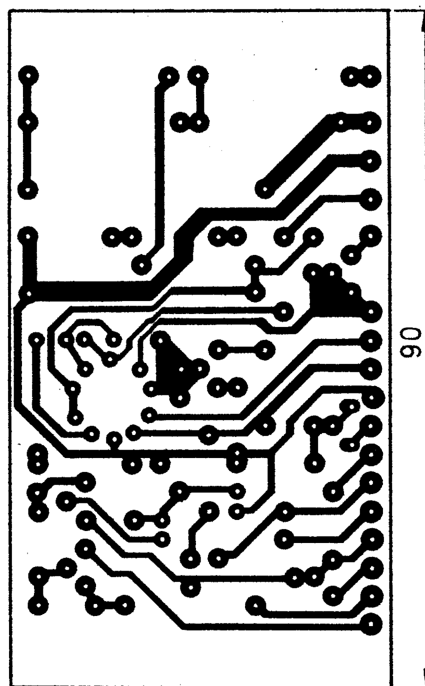
S1	dvojitý síťový spínač
Po1	síťová pojistka 0,3 A
Po2	pojistka 1 A s pouzdrem

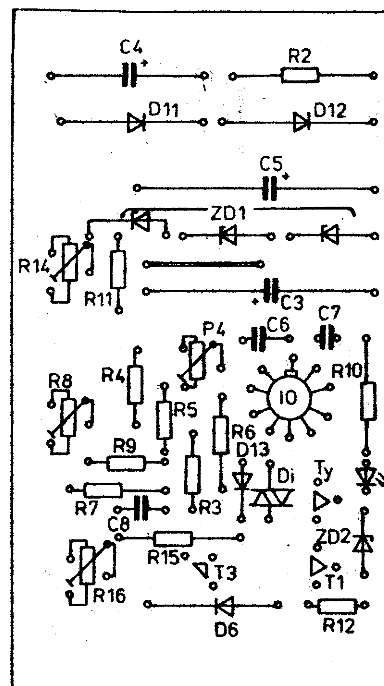
Literatura

[1] *Zíma, J.:* Stabilizátor napětí se spojitou regulací výstupního napětí v rozsahu 0 až 20 V s MAA723. AR-A č. 12/1975, s. 452.

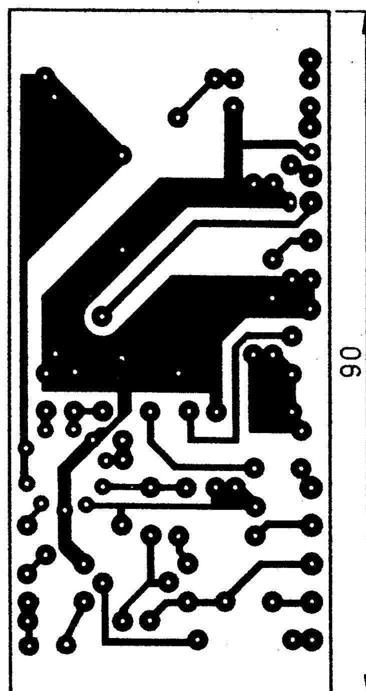
[2] *Lajtkep, P.:* Stabilizované zdroje SZ I a SZ II. Příloha AR 1983, s. 62.

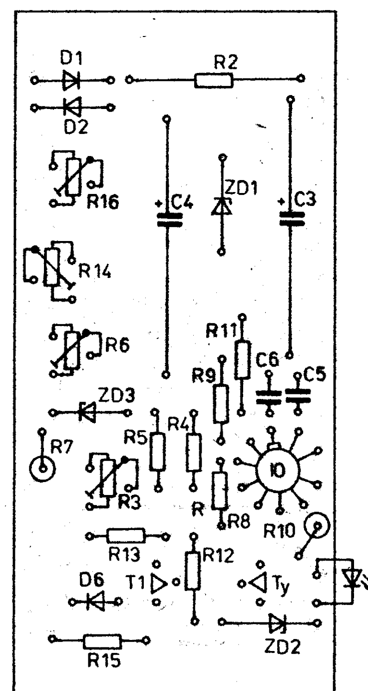
[3] *Zuska, J.:* Moderní napájecí zdroj. AR-A č. 3/1975, s. 94.



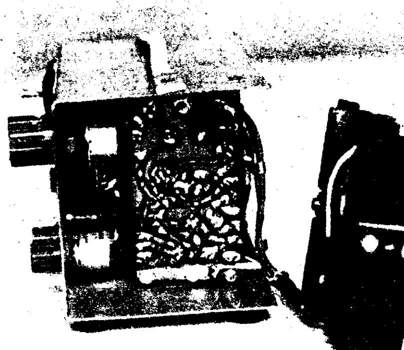


Obr. 3. Deska V306 s plošnými spoji a rozložením součástek zdroje A





Obr. 4. Deska V307 s plošnými spoji a rozložením součástek zdroje B



Obr. 5.



Obr. 6.

OVERDRIVE

Vladimír Janiga

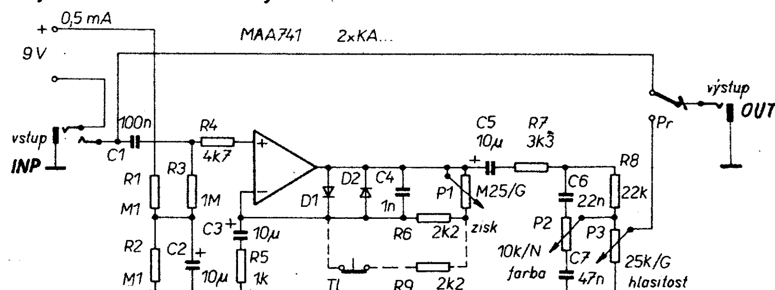
Overdrive je medzi hudobníkmi veľmi populárny a asi najžiadanejší gitarový efekt. Upravuje farbu tónov tak, že tieto znejú chraptivo no zamatovo jemne. Zároveň čiastočne predĺži ich doznievanie.

Funkcia efektu je založená na zámernom skreslení harmonického signálu, ktorý produkuje nástroj. Tento spôsob úpravy zvuku je známy už dlhšiu dobu a v rôznych obmenách sa aj využíva. V elektrónkových zosilňovačoch sa dosahoval jednoducho, prebudením vstupných obvodov. Po nástupe tranzistorov vzniklo množstvo tzv. boostrov, ktoré tiež produkujú skreslený signál, ale ich výsledný zvuk je v porovnání s elektrónkami moc „ostrý". Tiež šumové vlastnosti sú na hranici únosnosti. Aj pre tieto nedostatky tranzistorových boostrov sú dodnes obľúbené elektrónkové verzie, napr. zn. Marshall.

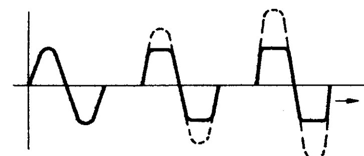
Dokonalú náhradu za obvody s elektrónkami umožňuje operačný zosilňovač s diodovým obmedzovačom. Napriek tomu, alebo práve preto, že zapojenie s OZ je jednoduché, zlučujú sa v ňom výhody elektróniek aj tranzistorov. Zachováva príjemnejšie zvukové vlastnosti elektrónkových obvodov a malé rozmery, malú spotrebu a nízku cenu polovodičov.

Funkcia obvodu

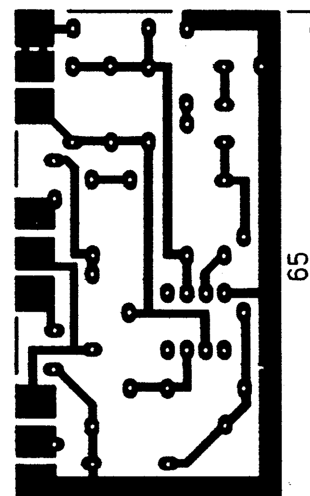
Úplné schéma obvodu overdrive je na obr. 1. Harmonický signál z gitary prichádza cez C1, R1 na vstup operačného zosilňovača MAA741. OZ pracuje ako neinvertujúci zosilňovač s veľkým ziskom.



Obr. 1. Schéma zapojenia obvodu overdrive



Obr. 2. Jednotlivé fázy limitácie signálu

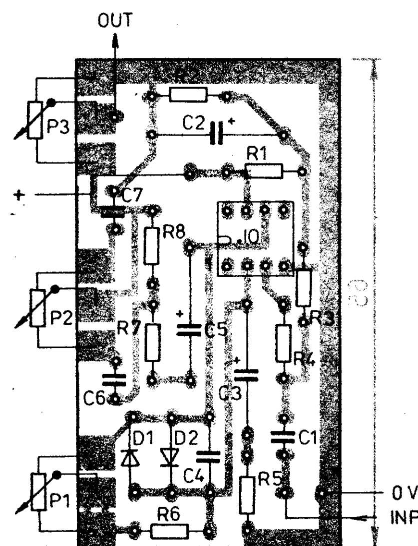


Obr. 3. Doska s plošnými spojmi V308

Antiparalelne zapojené diody D1 a D2 tvoria symetrický obmedzovač amplitúdy. Nelineárna charakteristika diód spôsobuje, že signály nízkej úrovne ostávajú bez skreslenia a až keď ich amplitúda na výstupe OZ prekročí asi 300 mV, začína limitácia. Vzrast limitácie a tým aj prechod signálu sínus na obdĺžnikový je plynulý. Plynulý prechod umožňuje rovnomerné doznievanie tónov, bez nepríjemného rachotu, ktorý produkujú všetky boostre so Schmittovým klopným obvodom. Postupné zväčšovanie skreslenia je znázornené na obr. 2. Napäťové zosilnenie OZ je dané súčtom odporov rezistoru R6 a P1. Momentálny odpor P1 tak určuje prah, od ktorého sa začína uplatňovať limitácia signálu — tým P1 ovplyvňuje výslednú farbu tónov aj dĺžku doznievania.

Kondenzátor C4 slúži na vyrovnávanie frekvenčnej charakteristiky na vyšších kmitočtoch. Zmenou jeho kapacity je možné potlačiť, alebo zdôrazniť výšky.

Spracovaný — upravený signál postupuje z výstupu OZ na „doplnkový" pasívny korektor hĺbky — výšky zostavený z R8, C6, P2, C7 a cez P3 sa dostáva na výstup.



Obr. 4. Rozmiestnenie súčiastok na doske V308

Stavba o oživenie

Na obr. 3 je vzor dosky s plošnými spojmi rozmerov 35 × 65 mm. Rozmiestnenie súčiastok je zrejmé z obr. 4. Výberu použitých súčiastok nie je potrebné venovať zvláštnu pozornosť, vyhovujú bežné tolerancie výroby. Potenciometre sú na dosku s plošnými spojmi prispájkované zo strany fólie. Vzniká tým samonosná konštrukcia, ktorú je možné upevniť priamo na čelný panel. Zapojenie obvodu overdrive je veľmi, jednoduché a jeho stavba nemá žiadne záludnosti, preto aj oživenie spočíva len v kontrole prúdu. Odber prúdu z baterie by sa mal pohybovať v rozsahu 0,5 až 0,6 mA. Je vhodné, ale nie nutné, osciloskopom skontrolovať postupný priebeh limitácie podľa obr. 2.

Funkčnosť a reprodukovateľnosť zariadenia bola overaná postavením niekoľkych kusov, všetky pracovali na prvé zapnutie.

Mechanická konštrukcia

Overdrive bol riešený ako samostatná jednotka. Na obr. 5 je jeho mechanická zostava. Dvojdielna krabička je ohnutá z 1 mm hrubého hliníkového plechu. Rozvinutý tvar a rozmery krabičky sú na obr. 6. Druhým možným riešením

Zoznam súčiastok

Rezistory (TR 211)

R1, R2	100 kΩ
R3	1 MΩ
R4	4,7 kΩ
R5	1 kΩ
R6	2,2 kΩ
R7	3,3 kΩ
R8	22 kΩ

Potenciometre (TP160)

P1	250 kΩ/G
P2	10 kΩ/N
P3	25 kΩ/

Obr. 6. Rozvinutý tvar a rozmery krabičky

Kondenzátory

C1	100 nF, TK 782
C2, C3, C5	10 μF, TE 981
C4	1 nF, TC 273
C6	22 nF, TK 744
C7	47 nF, TK 782

Polovodičové súčiastky

D1, D2	ľubovolné kremíkové diódy
IO	MAA741

Ostatné

2 ks zásuvka jack KSM-6
1 ks prepínač Isostat

Literatúra

elrad č. 9/1983

Obr. 5. Mechanická zostava

mechaniky je upevniť dosku s plošnými spojmi priamo na čelný panel zosilňovača. V takomto prípade je výhodnejšie potenciometre prispájkovať kolmo a prepínač vyviesť káblikom.

Pre nedostatok iných, vhodnejších prepínačov bol použitý dvojitý Isostat. Aby vydržal nie vždy šetrné zapínanie nohou, je jeho pohyblivá časť spevnená šróbením M12 × 1 mm z vyradeného koncového mikrospínača. Táto úprava je znázornená na obr. 5.

Zapínanie a vypínanie baterie je zabezpečené tretím kontaktom stereofonnej zásuvky typu jack. V poslednom čase sa na trhu objavily stereofonne zásuvky KSM-6 od výrobcu ZPA Čakovice za 23 Kčs. Tí, ktorím sa ich ešte nepodarí obstarať, musia si dorobiť tretí kontakt na dostupnejších zásuvkách výrobcu Varhany Krnov za 18,50 Kčs.

Priestor pre bateriu je oddelený pomocným uholníkom a vyplnený molitanom. Uholník je ku skrinke upevnený zároveň s prepínačom.

Dodatok

Zmenou odporu rezistora R6 na 3,3 MΩ a doplnením obvodu o tlačitko a R9 (na schéme čiarkovane) sa ponúka možnosť predvoľby rôznych farieb. Úprava mechaniky je minimálna, prepínač posunúť pod P1 a tlačitko umiestniť vľavo pod P3.

Poznámka

V tomto zapojení boli odskúšané aj integrované obvody TL061 a TL071. Pri posluchových skúškách neboli zistené žiadne výhody voči našim MAA741.

OPTIMALIZACE GENERÁTORU – TEMPEROVANÉ OKTÁVY

RNDr. Zdeněk Hubáček, CSc.

Příspěvek řeší optimalizaci návrhu soustavy děličů pro elektronické hudební nástroje, zejména elektronických varhan z hlediska čistoty ladění. Umožňuje nastavit optimální dělicí poměry pro zvolené součástkové osazení.

Základem elektronických hudebních nástrojů je generátor kmitočtů nejvyšší oktávy. Pro temperované ladění je nutné, aby sousední kmitočty v této oktávě byly vzájemném poměru $1:\sqrt[12]{2}$. Tento poměr vyplývá ze základní hudební teorie a je uveden např. v [1].

Nejčastěji využívanou metodou generování temperované oktávy je metoda dělení soustavou děličů z jednoho pevného základního kmitočtu (obr. 1). Dělení je prováděno celočíselným dělitelem, který aproximuje dělitele vyplývající z výše uvedeného poměru. Tyto děliče byly popsány např. v [2], [3]. Použitá metoda generování má jednu základní nevýhodu. Aproximace celými čísly vnáší do generátoru chybu ladění, kterou je možno vyjádřit poměrem

$$\frac{|k - \mathrm{Int}\,(k)|}{k}$$

Obr. 1.

kde k je dělicí poměr temperovaného ladění. Pak je sadu děličů možno charakterizovat největší chybou děliče. Abychom tedy optimálně využili použité soustavy děličů, je nutno vybrat sadu dělicích poměrů s co nejmenší relativní chybou.

Tento proces je nejlépe zpracovat strojně. Pro optimalizaci dělicího poměru byl vypracován program v jazyce BASIC pro kapesní počítač SHARP PC 1211. Program vypočítává optimální sadu děličů pro zadaný nejvyšší dělicí poměr zvoleného počítače. Na obr. 2 je uveden výpis programu.

Pro vysvětlení využití programu je uveden v obr. 3 příklad řešení. Máme k dispozici soustavu dvanácti děličů osazených dvěma obvody MH74193. Nejvyšší dělicí poměr je 256. Po spuštění programu příkazem „RUN“ se zadá toto číslo. Po provedení výpočtu jsou vytištěny dělicí poměry a největší chyba děličů.

Z vypočtené soustavy dělicích poměrů vyplývá, že optimální dělicí poměry nezačínají největším číslem 256, jak bývá často používáno, ale číslem 232. Dělení sadou děličů začínajících číslem 256 dává podstatně větší chybu ladění než vypočtená sada. Z tohoto hlediska by tedy bylo vhodné upravit rovněž děliče z [2]. Nesmíme totiž

```
5:O=2^(1/12):Z
  =1:INPUT "NE
  JVYSSI HODNO
  TA DELICE";Y
  :IF Y<16GOTO
  5
10:FOR I=16TO Y
20:A=0
30:B=I
40:FOR J=1TO 11
50:B=B/O
60:E=ABS (B-INT
  (B+.5))/B
70:IF E>ALET A=
  E
80:NEXT J
90:IF A<ZLET X=
  I:Z=A
100:NEXT I
110:PRINT "NEJVY
  SSI DELITEL
  ";X:PRINT "C
  HYBA ";USING
  "##.######";
  Z:USING
510:O=2^(1/12)
515:FOR I=1TO 12
520:B=INT (X+.5)
  :PRINT B;" "
  ;X
530:X=X/O
540:NEXT I
```

Obr. 2.

```
NEJVYSSI DELITEL 174.  173.8036211
 232.            164.  164.0487735
CHYBA  0.001579  155.  154.8414234
232. 232.        146.  146.1508421
219. 218.9788406 138.  137.9480257
207. 206.6885027 130.  130.205598
195. 195.0879685 123.  122.8977194
184. 184.1385222
```

Obr. 3.

zapomenout, že konečné hodnocení vlastností elektronického hudebního nástroje provádí lidské ucho. A to je velmi přísný soudce.

Literatura

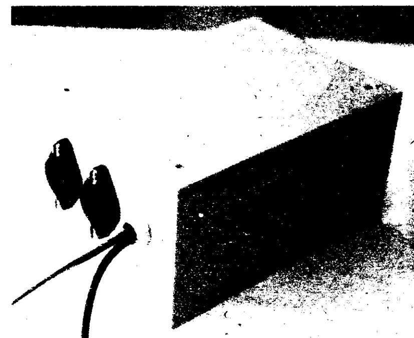
[1] Smetana, C.: Praktická elektroakustika. SNTL: Praha 1981.

[2] Drexler, J.: Kmitočtový syntezátor pro polyfonní elektronické nástroje. ST 10/78.

[3] Svačina, J. a kol.: Elektronické hudební nástroje. AR B1/79.

Přídavný koncový stupeň k rozhlasovému přijímači nebo přehrávači kazet v autě

Vojtěch Voráček



Všechna autorádia, přehrávače a jejich kombinace prodávané doposud na našem trhu mají koncový stupeň v jednoduchém dvojčinném uspořádání; není v nich použito můstkové zapojení dvou koncových stupňů. Jednoduchým výpočtem se lze přesvědčit, že (bez ohledu na výkon udávaný v prospektu) výkon jednoduchého dvojčinného koncového stupně napájeného napětím 14,4 V a zatíženého impedancí reproduktorů 4 Ω nemůže být větší než 4,8 W (při sinusovém signálu):

$$P_{\text{výst. max}} = \frac{(U_B - 2U_{SAT})^2}{8R_z} = \frac{(14{,}4 - 2)^2}{8 \cdot 4} = 4{,}805\ [\text{W}].$$

Saturační napětí tranzistorů koncového stupně se obvykle pohybuje kolem 1 V.

Takto malý výstupní výkon ve spojení s nepříliš účinnými reproduktorovými soustavami nevyhoví v automobilu s vyšší hladinou vnitřního hluku. V zahraničí se vyskytují přídavné koncové stupně s výkony až 2 × 200 W při napájení 14,4 V. Obsahují zpravidla výstupní transformátor (při menších výkonech) nebo měnič napětí. Bývají doplněny i několikapásmovým korektorem. Na tuzemském trhu se nevyskytují.

Amatérskými prostředky lze výkon stávajícího přijímače či přehrávače určeného pro provoz v automobilu poměrně snadno zvětšit na téměř čtyřnásobnou velikost při původní impedanci reproduktorů. Princip spočívá v doplnění původního koncového zesilovače dalším zesilovačem se zesílením —1 (invertující zesilovač) a v zapojení reproduktorů do uhlopříčky takto vytvořeného můstkového zapojení. Princip zapojení je na obr. 1. Podmínkou ovšem je, aby původní koncový stupeň vydržel zatížení poloviční impedancí, než je impedance reproduktorů — to bývá většinou splněno u dovážených reproduktorových soustav 6 Ω. Podle mých měření se přístroj podstatně neotepli při zatížení 3 Ω ani při delším provozu při plném výkonu na mezi limitace.

Doplnění se obejde bez zásahu do přístroje, přídavný zesilovač je umístěn v samostatném pouzdře mimo přístroj.

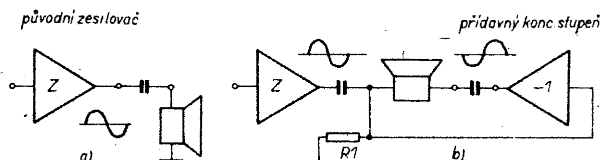
Na obr. 2 je zapojení jednoho kanálu přídavného zesilovače. Druhý kanál je zapojen zcela shodně. V zapojení jsou použity integrované výkonové zesilovače A2030V. Jsou dováženy do prodejen TESLA z NDR. Oproti dříve často používaným integrovaným obvodům MDA2020 mají výhody především ve snadnější aplikaci (vzhledem k tvaru pouzdra a menšímu počtu vývodů) a v dostupnosti. Připevňují se na chladič pouze jedním šroubem M3 nebo M3,5, v tomto zapojení se nemusí od kostry izolovat a nevyžadují složitou kmitočtovou kompenzaci. Zapojení zesilovače vychází z doporučeného katalogového zapojení integrovaného obvodu.

Poznámky ke stavbě koncového stupně

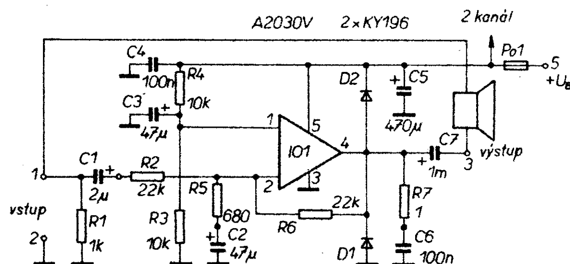
Oba kanály zesilovače jsou umístěny na desce s plošnými spoji (obr. 3). Nejprve do desky zapájíme pasívní součástky, integrované obvody zapájíme až po jejich umístění na chladič. Deska s plošnými spoji je umístěna i s chladičem v plastikové skříňce K3, výrobce TESLA Karlín. Chladič integrovaných obvodů je na obr. 4. Napájecí napětí a vstupní signál jsou přivedeny do zesilovače samostatnými vodiči, pro výstup na reproduktory jsou použity konektory běžně používané pro tyto účely. Napájecí napětí je výhodné vyvést z přijímače nebo přehrávače až za spínačem napájecího napětí. Odpadne tak nutnost samostatného spínače pro přídavný koncový stupeň. Vyřeší se tím také odrušení, neboť filtrační tlumivka bývá zapojena před spínačem, případně umístěna i mimo přístroj. Před připojením koncového stupně k přijímači nebo k přehrávači je nutno se přesvědčit ohmetrem, který vývod z dvojice vodičů pro reproduktor je uzemněn — spojen s kostrou zařízení — a který je vývodem nf signálu. Podle toho se zesilovač propojí s přídavným koncovým stupněm.

Oživení zesilovače

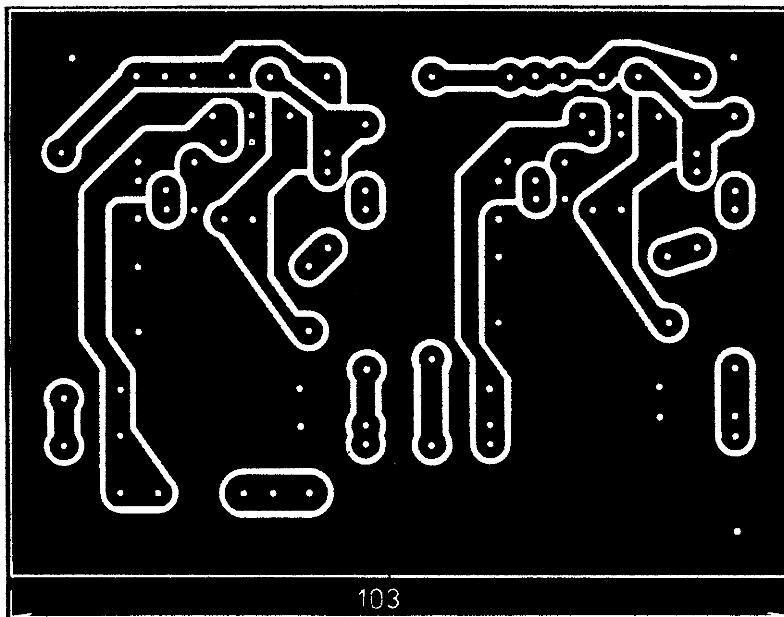
Oba kanály se oživují shodně a postupně. Před připojením napájecího napětí musí být koncové integrované obvody upevněny na chladiči! Integrované obvody jsou sice vybaveny elektronickou pojistkou, která při přehřátí zmenší proud koncových tranzistorů, ale jen na úroveň klidového proudu. Tento klidový proud však vytváří při jmenovitém napájecím napětí ztrátový výkon, který stačí ke zničení integrovaných obvodů! Pokud jsou integrované obvody řádně připevněny k chladiči, připojíme přes ampérmetr napájecí napětí 12 až 16 V. Odběr obou kanálů nesmí být větší než asi 120 mA. Obvykle bude asi 60 až 100 mA. Volt-



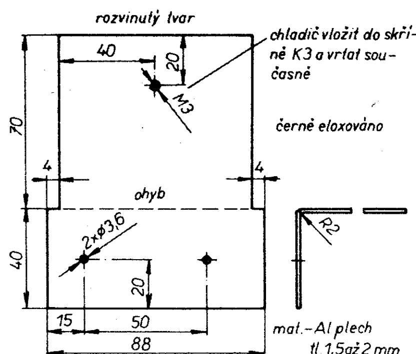
Obr. 1. Princip zapojení přídavného koncového stupně; a) původní zapojení, b) zapojení doplněné (R1 zajišťuje polarizaci výstupních kondenzátorů)



Obr. 2: Schéma zapojení jednoho kanálu zesilovače (indexy součástek druhého kanálu jsou o 10 větší)



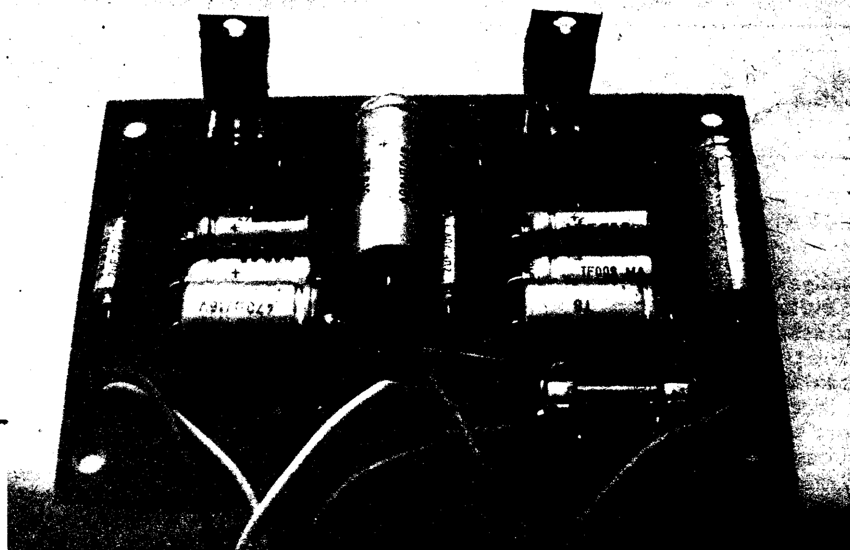
Obr. 3. Deska s plošnými spoji zesilovače (V 309)



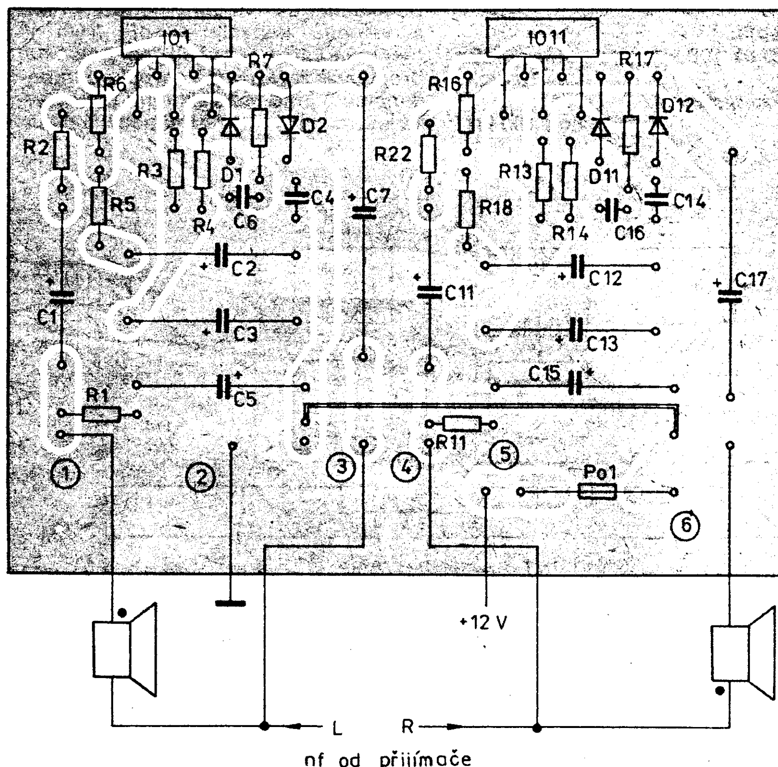
Obr. 4. Chladič integrovaných obvodů

metrem zkontrolujeme napětí na vývodu *4* IO (+C7), musí být rovno polovině napájecího napětí. Větší odchylka znamená, že rezistory R3 nebo R4 nemají shodný odpor, C3 má zvětšený svodový proud nebo je vadný IO.

Pokud je vše v pořádku, připojíme nf generátor na vstup zesilovače (na oba kanály současně), mezi záporný pól kondenzátoru C7 a zem zapojíme rezistor 3,3 Ω/10 W, napětí z nf generátoru nastavíme na 1 V/1kHz a osciloskopem nebo nf milivoltmetrem změříme napětí na zatěžovacím rezistoru. Musí být shodné se vstupním napětím. Případný rozdíl opravíme změnou odporu rezistoru R2. Proladěním generátoru a změnou jeho výstupního napětí zkontrolujeme stabilitu při všech provozních režimech a symetrii omezování. Pokud je vše v pořádku, lze zesilovač vestavět do automobilu. Jeho umístění je dáno typem automobilu a uspořádáním přístrojové desky. Vhodné je umístění poblíž přijímače nebo přehrávače a spojení koster obou přístrojů v jednom bodě. Tak lze dosáhnout největší odolnosti proti rušení způsobeném úbytky na kostře automobilu.



Obr. 5. Osazená deska připravená k montáži do skříňky



Seznam součástek

Rezistory (TR 191, MLT 0,25)

R1, R11	1 kΩ
R2, R6	
R12, R16,	22 kΩ
R3, R4	
R13, R14	10 kΩ, 5 %
R5, R15	680 Ω
R7, R17	1 Ω (TR 221, MLT 0,5 nebo 2× TR 212 2,2 Ω paralelně)

Kondenzátory

C1, C11	2 μF, TE 988
C2, C3, C12,	
C13	47 μF, TF 009
C4, C14	100 nF, TK 783
C5, C15	470 μF, TF 008
C6, C16	100 nF, TK 782
C7, C17	1000 μF, TF 008

Polovodičové součástky

IO1, IO11	A2030V
D1, D2, D11,	
D12	KY196 (KY130/80)

Ostatní součástky

Po1 trubičková pojistka M 2,5 A/250 V
2× držák skleněné pojistky 7AA 653 12
2× konektor reproduktorový 6AF 582 28
skříňka K3-TESLA Karlín (8 Kčs v prodejnách TESLA)

ERA '87 — UHerské Hradiště

Ve dnech 9.—11. 10. 1987 se konala ve Sdruženém klubu pracujících v Uherském Hradišti krajská přehlídka amatérské radiotechniky a elektroniky ERA '87.

Na výstavě předvádělo výsledky práce svých členů 9 okresních organizací Svazarmu, celkem bylo do soutěže přihlášeno 195 exponátů. Velká většina byla na velmi dobré úrovni, mnohé měly vysloveně profesionální design a mohly by být vzorem pro podobné výrobky našeho elektrotechnického průmyslu. V tomto směru to byly zejména stereozesilovač M. Bohatého z okresu Jihlava a crossover R. Kubíčka a F. Elfmarka z okresu Uherské Hradiště. Radioamatéry vysílače zaujal KV transceiver CW, SSB, který vystavoval ing. Jiří Picka, OK2PEM, z okresu Žďár nad Sázavou, a příznivce výpočetní techniky mikropočítač Jumbo Jet 48k Jaroslava Motáka z okresu Hodonín. Na všech vystavovaných exponátech bylo vidět snahu autorů po originálním řešení, i když mnohde byla omezena možností dílenského opracování mechanických dílů. Všem autorům však patří dík za to, že ukázali široké veřejnosti, co vše lze dokázat i v amatérských podmínkách, pokud nechybí láska k oboru a píle.

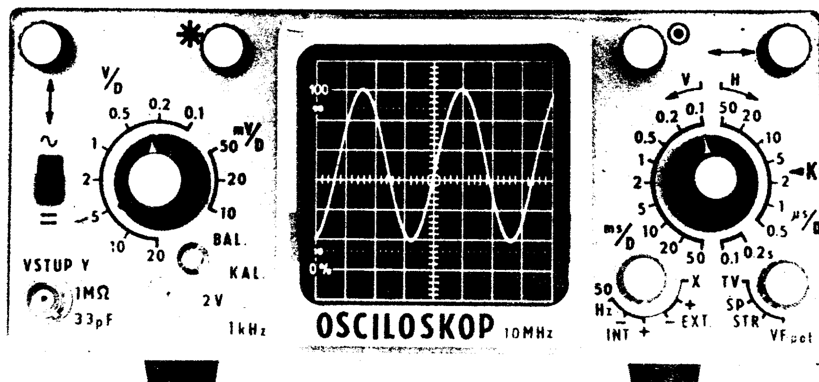
Dále se na expozici ERA '87 podíleli i profesionální vystavovatelé: TESLA ELTOS, MESIT n. p. Uherské Hradiště, JZD Slušovice, METRA Blansko a Filmové laboratoře. Výpočetní službu zajišťoval AGRODAT, výpočetní středisko Veselí nad Moravou, jehož pracovník J. Novosad byl také autorem programového vybavení na mikropočítači ROBOTRON 1715.

Během výstavy byly v provozu prodejní stánky TESLA ELTOS, DOSS Valašské Meziříčí a TESLA druhojakostní prodejna z Rožnova pod Radhoštěm, jejíž provoz zajišťoval Slávek Sedláček, OK2AJ. Nemenší zájem než tyto stánky budilo i pracoviště, na němž si pod vedením zkušených odborníků z n. p. MESIT mohli návštěvníci prověřit své výrobky, a výpočetní centrum pro mládež, kde své znalosti z programování na osobních počítačích předváděli pionýři z kroužku výpočetní techniky při ODPM Uh. Hradiště.

Celkově lze hodnotit úroveň výstavy jako velmi dobrou, i když jak počet exponátů, tak i návštěvníků byl poněkud nižší než v loňském roce, ale to lze přičíst na vrub tomu, že v Uherském Hradišti byla tato výstava pořádána dvakrát po sobě. Největší účast byla poslední den, kdy byla organizována i burza elektroniky v městské tržnici.

Po celou dobu výstavy pracovala na převáděčích kolektivní stanice OK2KYD.

ing. Pavel Hruška, OK2PCN



◄ *Obr. 1. Pohľad na hotový osciloskop*

Osciloskop do 10 MHz

Rudolf Bečka

Koncepcia osciloskopu vychádza z malých prenosných osciloskopov svetových výrobcov meracej techniky vídaných často na brnenských veltrhoch. Za hlavný cieľ pri stavbe osciloskopu (obr. 1) som si stanovil minimálne rozmery, dané hlavne rozmermi použitej obrazovky, jednoduchá modulová konštrukcia s jednou základnou doskou, do ktorej sa pomocou konektorov zasúvajú moduly, jednoduchá obsluha s minimálnym počtom ovládacích prvkov a možnosť televíznej synchronizácie. Od zadanej koncepcie som požadoval, aby z osciloskopu zmizla spleť drôtov a káblov, ktorú možno vidať u nejednej nielen amatérskej konštrukcie.

Technické údaje

Zosilňovač Y

Šírka pásma: v polohe DC 0 až 10 MHz pre pokles 3 dB, v polohe AC 2 Hz až 10 MHz pre pokles 3 dB.
Citlivosť: 10 mV až 20 V/dielok v kal. stupňoch 1 — 2 — 5.
Vstupná impedancia: 1 MΩ/33 pF.
Predĺženie nabežnej hrany: 35 ns.
Maximálne vstupné napätie: pri striedavej väzbe 400 V, pri jednosm. väzbe 300 V (medzivrcholové).

Zosilňovač X

Šírka pásma: 0 až 100 kHz pre pokles 3 dB.
Citlivosť: 1 V/dielok.
Vstupná impedancia: cca 100 kΩ.

Časová základňa

Rýchlosť časovej základne: 0,5 μs až 200 ms/dielok v 18 kalibrovaných stupňoch (1 — 2 — 5).
Plynulá zmena rýchlosti: 1:2.

Synchronizácia

Drúh synchronizácie: INT. EXT. kladná a záporná.
Citlivosť synchronizácie: Interná min. 0,5 dielku pri „STR"; min. 1 dielok pri „ŠP".

Amplitúdový kalibrátor

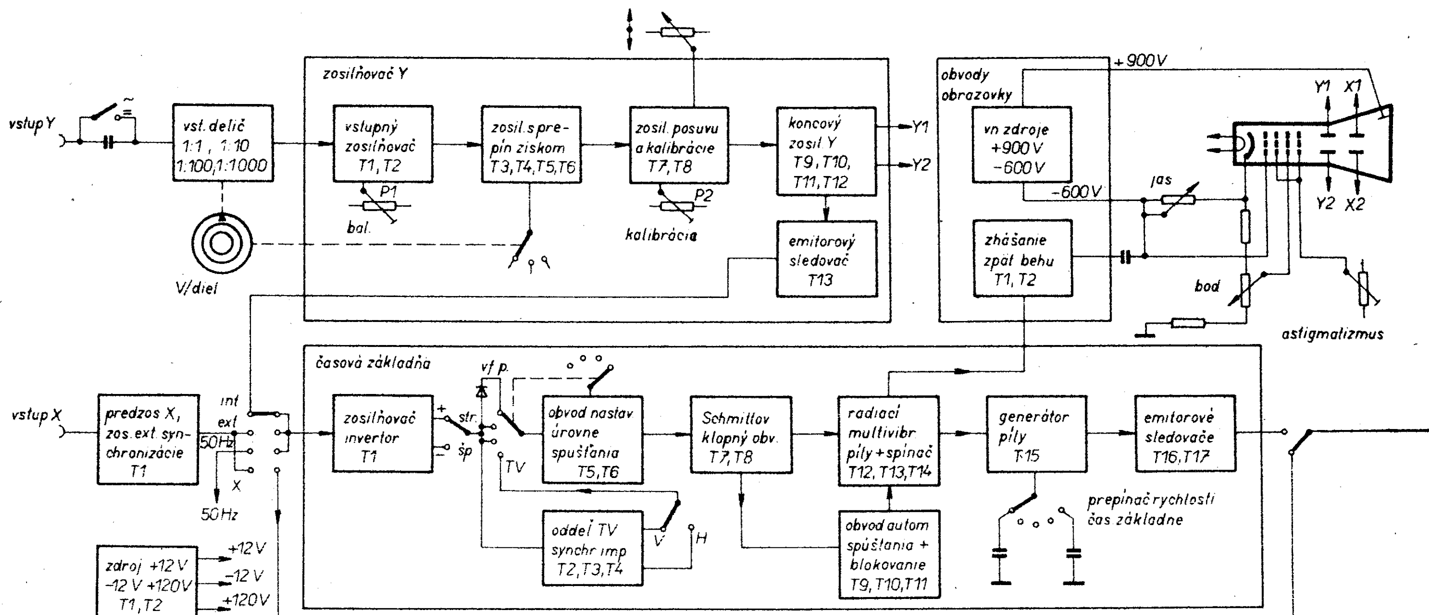
Výstupné napätie: 2 V (medzivrcholové), kladná polarita.
Kmitočet: 1 kHz.
Strieda: 1:1.

Všeobecné údaje

Obrazovka: B7S2.
Raster: 8 × 8 dielkov.
Rozmer dielku: 7,5 mm.
Napájanie: 220 V ± 10 %, 50 Hz.
Spotreba: 22 VA.
Rozmery: 210 × 90 × 300 mm.
Hmotnosť: 4 kg.

Popis zapojenia

Celkové elektrické riešenie osciloskopu možno sledovať na blokovej schéme (obr. 2). Meraný signál se privádza na vstup vertikálneho zosilňovača „Vstup Y". Tento signál je privedený cez prepínač druhu väzby na jedenásťkrokový vstupný delič, ktorý zaisťuje delenie meraného signálu v pomeroch 1:1, 1:10, 1:100 a 1:1000. Delič je navrhnutý tak, že vo všetkých polohách má vstupný odpor 1 MΩ a vstupnú kapacitu 33 pF. Tým je meraný objekt vo všetkých polohách prepínača zaťažovaný rovnakou impedanciou a je to tiež základná požiadavka k tomu, aby mohla byť použitá delia-



ca sonda s veľkou impedanciou. Z deliča postupuje meraný signál na vstupný zosilňovač osadený tranzistormi FET. Na jeden vstup diferenciálneho zosilňovača sa privádza vstupný signál a na druhý jednosmerné napätie z potenciometra „BAL" slúžiace na jednosmerné vyváženie symetrického výstupu vstupného zosilňovača s tranzistorom FET.

Na vstupný zosilňovač naväzuje trojstupňový symetrický zosilňovač. Zosilnenie prvých dvoch stupňoch (T3 až T6) je vstupným přepínačom menené v skokoch 1 — 2 — 5 a tak spolu so vstupným deličom sa získa jedenásť kalibrovaných stupňov vychyľovacej citlivosti. Tretí stupeň (T7, T8) pracuje ako symetrický zosilňovač s nastaviteľnou spätnou väzbou medzi emitormi tranzistorov. Stupeň spätnej väzby sa nastavuje potenciometrom P2. Týmto potenciometrom sa nastavuje celkový zisk vertikálneho zosilňovača, ním sa prevádza kalibrácia vertikálneho vychyľovania. Do emitorov tranzistorov T7, T8 sa súčasne privádza jednosmerné napätie z potenciometra s označením ↕. Tím sa posúva sledovaný priebeh vo vertikálnom smere. Za tranzistormi T7, T8 je zapojený koncový stupeň napájajúci vertikálne vychyľovacie dosky obrazovky. Koncový stupeň je zapojený ako symetrická kaskáda s tranzistormi T9 a T12. V emitoroch tranzistorov T9, T10 je zaradená kmitočtove závislá záporná spätná väzba upravujúca prenosovú charakteristiku zosilňovača.

Pre potreby vnútornej synchronizácie je signál privedený na emitorový sledovač (T13) a z neho cez prepínač druhu synchronizácie na dosku časovej základne. Tento signál je privedený na zosilňovač pracujúci ako invertor. Z toho zosilňovača možno odoberať kladný alebo záporný signál a tým meniť polaritu synchronizácie. Z prepínača polarity synchronizácie sa signál privádza cez prepínač druhu synchronizácie na obvod automatického nastavovania úrovne spúšťania. Tento obvod zaisťuje, že časová základňa bude spúšťaná v čase odpovedajúcom strednej alebo vrcholovej úrovni meraného signálu. Ak sa prepínač druhu synchornizácie prepne do polohy TV, zaradí sa do cesty oddeľovač TV synchronizačných impulzov. Na jeho výstupoch sa získajú riadkové, resp. snímkové synchronizačné impulsy. Voľba riadkových alebo snímkových synchronizačných impulzov sa prevádza súpúčasne s prepínaním rýchlosti časovej základne. Od 0,5 μs po 50 μs na dielok je riadková a od 100 μs k pomalším rýchlostiam je snímková synchronizácia. V poslednej polohe prepínača synchronizáie „VF potl." sú potlačené vf kmitočty. Tohto sa s výhodou využíva napr. pri sledovaní amplitúdovo modulovaných vf signálov ak sa vyžaduje synchronizácia pomocou modulačného kmitočtu.

Osciloskop má automatické nastavovanie úrovne spúšťania a tým odpadá prvok nastavovania úrovne. Ak napr. prepneme prepínač do polohy „STR", bude časová základňa spúšťaná v čase, ktorý odpovedá strednej hodnote striedavo viazaného signálu. Ak bude veľkosť sledovaného signálu menená od 0,5 dielku po rozkmit cez celé tienidlo obrazovky, bude obrázok stále zasynchornizovaný, tj. pri zmene signálu a i pri jednosmerných posuvoch hore i dolu bude obrázok stále zasynchronizovaný. Táto automatika veľmi uľahčuje prácu s osciloskopom — odpadá stále dostavovanie úrovne synchronizácie. Ak chceme, aby časová základňa bola spúšťaná pri spodnom okraji impulzu, prepneme prepínač do polohy „ŠP" a „INT —". Ak chceme spúšťať pri vrchole signálu, použijú sa polohy „INT +" a „ŠP".

Za obvodom automatického nastavovania úrovne spúšťania nasleduje Schmittov klopný obvod, ktorý vyrába impulzy s konštantnou nábežnou dobou a konštantnou amplitúdou. Tieto impulzy sú vedené na spúšťanie riadiaceho multivibrátora píly. Na vstup tohto multivibrátora sa ďalej privádzajú signály z obvodu automatického spúšťania a z blokovacieho obvodu. Ak súčet napätí privedený na vstup multivibrátora je dostatočne záporný, začne pracovať generátor píly a vyrobí pilové napätie. Kmitočet píly je závislý od polohy prepínača píly, ktorý prepína kondenzátory pripájané na tento generátor. Pri dosiahnutí určitej hodnoty výstupného napätia píly preklopí sa naspäť multivibrátor — napätie sa veľmi rýchlo vráti na počiatočnú hodnotu.

Generátor píly osadený tranzistorom T15 je zapojený ako zdroj konštantného prúdu. Nastaveným konštantným prúdom sa nabíja kondenzátor. Tento kondenzátor je prepínaný prepínačom rýchlosti časovej základne, čím sa mení skokove kmitočet časovej základne; jemná zmena sa prevádza zmenou konštantného prúdu. Pilové napätie je cez oddelovacie emitorové sledovače privedené na koncový stupeň horizontálneho vychylovania. Tento je zapojený ako diferenciálny zosilňovač. Na jeden vstup sa privádza pilové napätie časovej základne a na druhý jednosmerné napätie z potenciometra horizontálneho posuvu. Výstup zo zosilňovača je privedený na horizontálne vychylovacie dosky obrazovky.

Na doske zosilňovača X je umiestnený i kalibrátor, ktorý vyrába pravouhlé kalibračne napätie 1 kHz slúžiace na kalibráciu citlivosti osciloskopu ako aj na nastavenie kompenzácie deliacej sondy.

Napätia potrebné pre správnú činnosť obrazovky sa získavajú násobením striedavého napätia z transformátora. Tieto násobiče sú umiestnené spolu s obvodom zhášania spätného behu na doske s označením „Obvody obrazovky".

Napájacie napätia ±12 V a +120 V dodáva doska zdroja. Napätie + 120 V a —12 V sú jednoduchými stabilizátormi stabilizované. Napätie +12 V, ktoré po ďalšej filtrácii na základnej doske napája koncový stupeň zosiľňovača, nieje stabilizované. Jeho kolísanie vplyvom siete nemá vplyv na citlivosť osciloskopu.

Zdroj pre napájanie horizontálneho koncového stupňa je umiestnený na doske zosilňovača X.

Jednotlivé obvody osciloskopu sú prevedené ako moduly, ktoré sa pomocou konektorov WK 180 25, dobre známych z televíznych prijímačov, zasúvajú do základnej dosky. Do tejto dosky sú zalisované kolíky, do ktorých sa zasúvajú jednotlivé moduly. Klúčovacie kolíky zaisťujú nezámennosť dosiek.

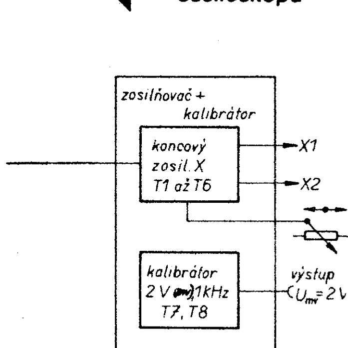
Vstupný delič

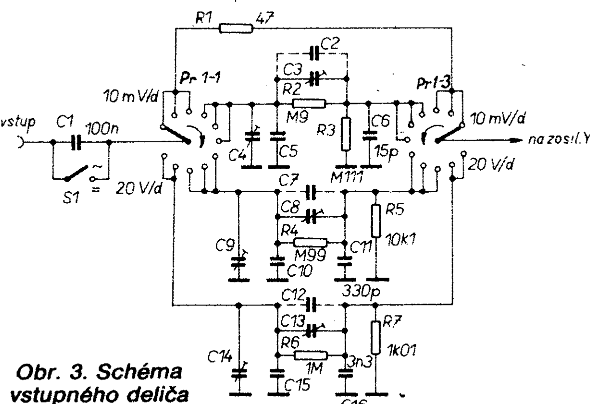
Schéma vstupného deliča je na obr. 3. Delič pozostáva z troch samostatných deliacich článkov, ktoré delia vstupný signál v pomere 1:10, 1:100, 1:1000. Delič 1:10 je tvorený rezistormi R2 a R3. Kondenzátory C2, C3 a C6 slúžia na kmitočtovú kompenzáciu. Kondenzátory C4, C5 slúžia na nastavenie vstupnej kapacity. Ako kondenzátory C3 a C4 sú použité trimre WK 701 09, ktoré majú veľkú výhodu v tom, že majú dostatočnú napäťovú pevnosť (krátkodobe 1200 V). Mnohé amatérske konštrukcie používajú na týchto pozíciach miniatúrne keramické trimre, ktoré majú malú napäťovú pevnosť (väčšinou 160 V). Tieto trimre sa ľahko zničia pri meraní napr. v TVP, kde sú omnoho väčšie napätia. Pri jednosmernej väzbe sú tieto kondenzátory namáhané o mnoho väčším napätím. Aj keď pri citlivosti 0,5 V/dielok je teoretická hodnota vstupného napätia malá, nemožno vylúčiť, že na vstup sa omylom privedie jednosmerné napätie (napr. 250 V, bežné v televíznych prijímačoch). Z podobného dôvodu sú i kondenzátory C2, C5, C7, C10, C12 a C15 typu TK 656, ktoré majú prevádzkové napätie až 500 V. Kondenzátor C3 (obdobne i C8 a C13) slúži na vykompenzovanie deliča. Kondenzátor C4 (podobne i kondenzátory C9 a C14) slúži na nastavenie vstupnej kapacity. Nastavenie kompenzácie a vstupnej kapacity sa prevádza až po nastavení celého osciloskopu nasledovne:

Prepínač Pr1 sa prepne do polohy 0,5 V/dielok. Na vstup Y sa privedie medzivrcholové napätie 2 V o frekvenci 1 kHz z generátora pravouhlých impulzov. Kondenzátorom C3 sa nastaví tak, aby na obrazovke bol priebeh správne vykompenzovaný — viď obr. 4. Takto sa nastaví i delič niektorým z trimrov C3, C8, resp. C13, použijú sa čiarkovane vyznačené kondenzátory.

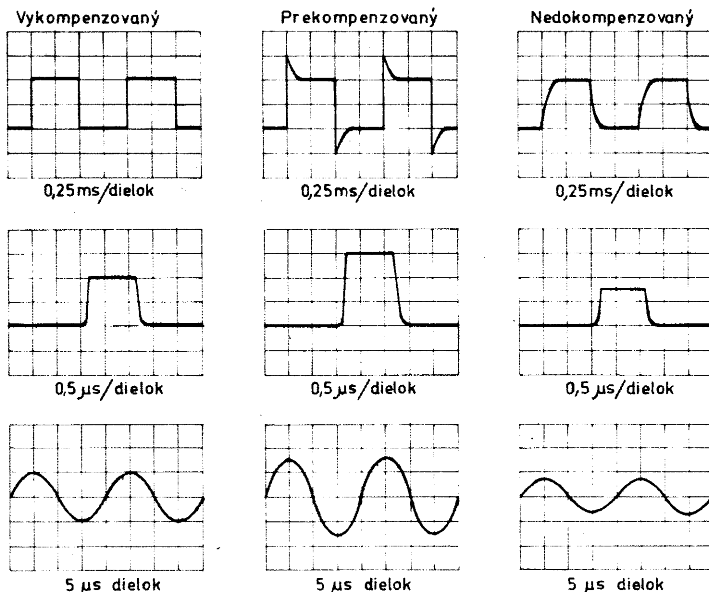
Po nastavení kompenzácie nastavíme vstupnú kapacitu. Môžeme ho previesť meračom kapacity alebo po-

Obr. 2. Bloková schéma osciloskopu

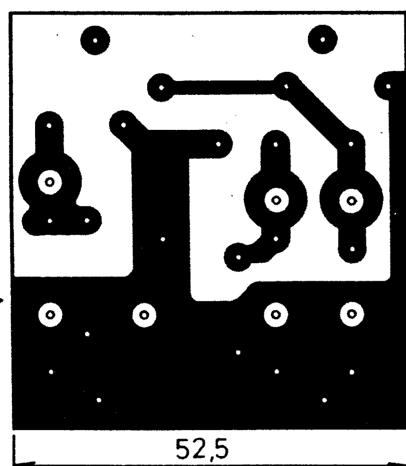


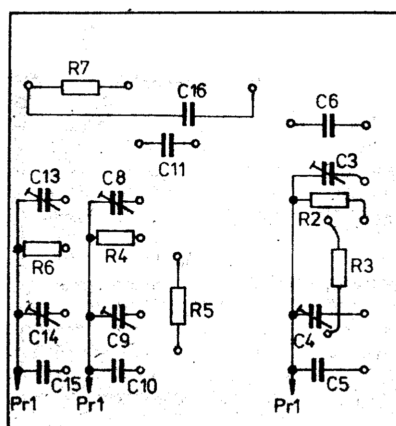


Obr. 3. Schéma vstupného deliča



Obr. 4. Ukášky správne a nesprávne vykompenzovaného vstupného deliča a chyby akých sa možno dopustiť pri meraní nevykompenzovaným deličom

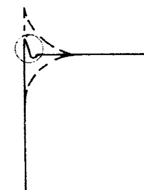




Obr. 5. Doska s plošnými spojmi V310 a rozloženie súčiastok deliča

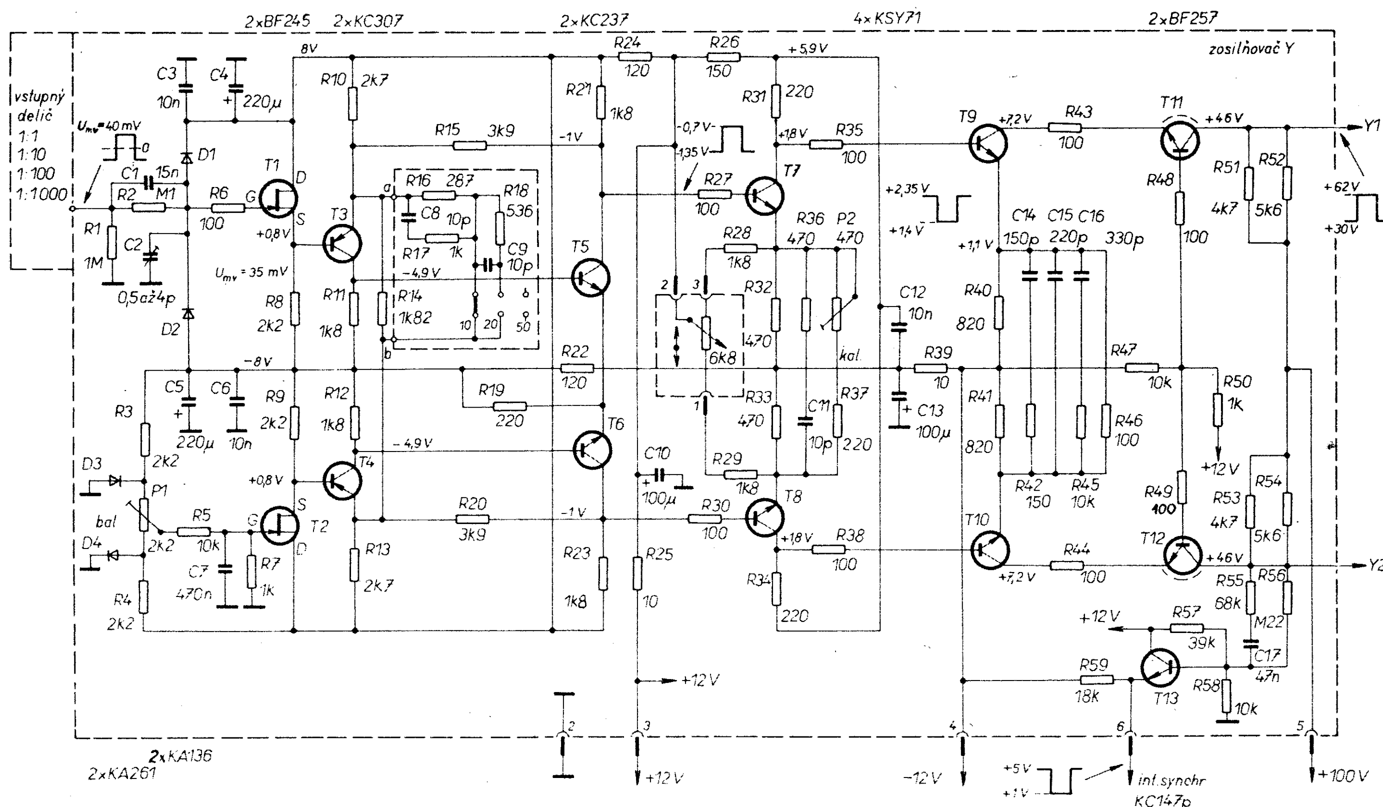
mocou deliacej sondy 1:10. Sondu vykompenzujeme na rozsahu 10 mV/dielok. Prepneme prepínač do polohy 0,5 V/dielok. Kondenzátorom C4 nastavíme vykompenzovaný priebeh na obrazovke osciloskopu. V polohe 1 V/dielok nastavíme C9 a po prepnutí do polohy 10 V/dielok nastavíme kondezátor C14. Nevýhodou tejto metódy je, že potrebujeme pomerne veľké pravouhlé napätie — minimálne 100 V. Delič však musíme správne vykompenzovať a nastaviť i vstupnú kapacitu, pretože bez tohto nastavenia možno sa pri meraní osciloskopom dopustiť veľkých chýb. Na obr. 4 sú uvedené príklady akých chýb sa možno dopustiť pri nevykompenzovanom deliči, ale i pri nenastavenej vstupnej kapacite v prípade použitia deliacej sondy 1:10. Keďže deliacu sondu kompenzujeme spravidla zabudovaným kalibrátorom na jednom rozsahu a ak by nebola nastavená vstupná kapacita, chovala by sa sonda v iných rozsahoch ako nevykompenzovaný delič.

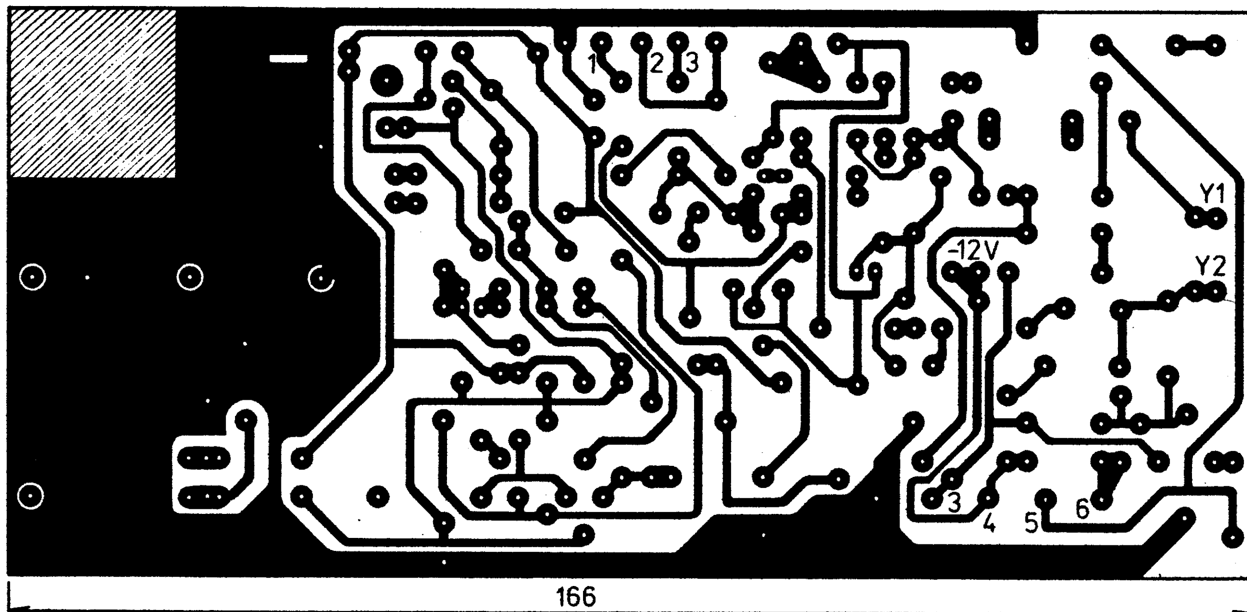
Po mechanickej stránke je delič spojený s doskou zosilňovača. Väčšina súčiastok je namontovaná na doske. Rozloženie súčiastok je na obr. 5. Tu treba pripomenúť, že na vstupný delič nie je vhodný hociaký materiál. Z dostupných materiálov je najvhod-

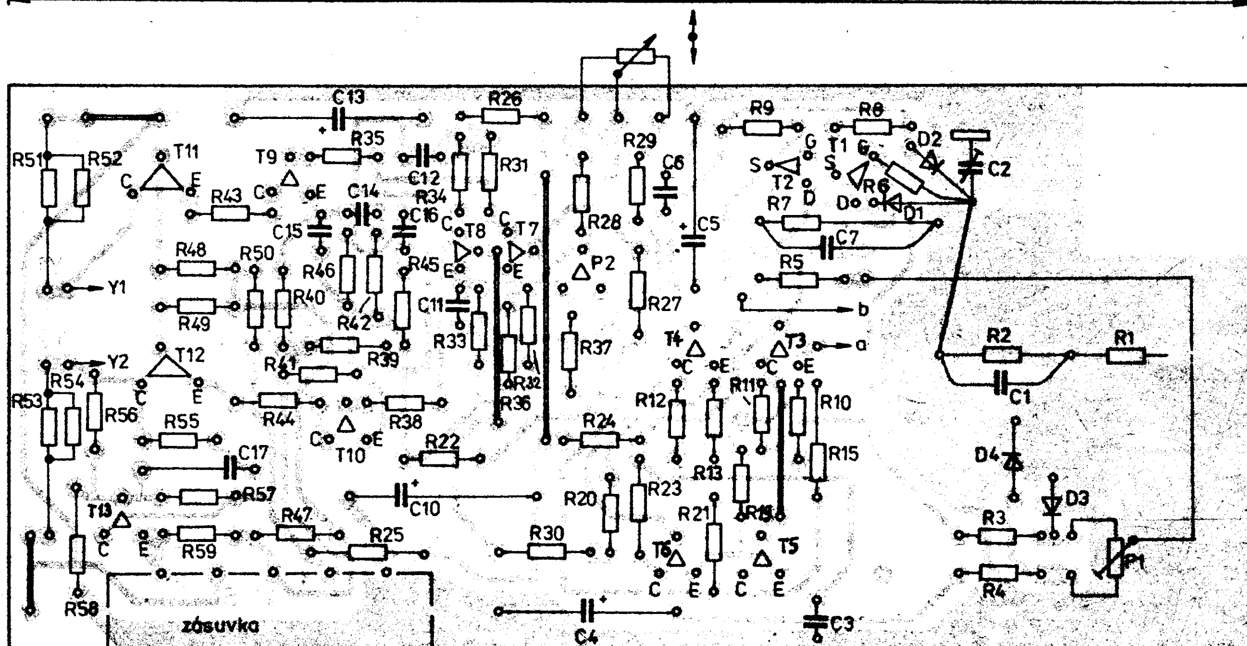


Obr. 6. Prekmity spôsobené nevhodným materialom ako aj dlhými prívodmi ku prepínaču. Čiarkovane je vyznačený rozsah regulácie kompenzačného kondenzátora

Obr. 7. Schéma zosilňovača Y. Js napätia sú bez vstupného signálu, horizontálna čiara v strede obrazovky. St napätia sú pri u_{vst} = 40 mV (šš), citlivosť 10 mV/d. V strede rastra je priebeh o velkosti 4 dielky







Obr. 8. Doska s plošnými spojmi V311 a rozloženie súčiastok na doske zosilňovača Y. Súčiastky R2, C1 sú umiestnené na sklenených priechodkách typu WF 415 52 prispájkovaných po obvode ku fólii. Dlhšie vývody týchto priechodiek sú na strane súčiastok. Podobne i elektróda G tranzistora T1 je prispájkovaná ku sklenenej priechodke spolu s rezistorom R6, ktorého druhý koniec je prispájkovaný priamo na trimer C2. Na tento trimer sa prispájkujú tiež diódy D1 a D2. Vyšrafovanú časť odrezať. Trimer C2 sa na dosku umiestňuje tak, že sa pod jeho maticu dá pájacie očko 4 mm. To sa prispájkuje do obdĺžnikového otvora v doske. Trimer je rovnobežne s doskou zo strany súčiastok.

nejšie použiť modrý kuprextit typ SEP 0/35 TP 1242-G-MHS 057/77. Kondenzátory C2, C5 a rezistor R2 sú pripojené priamo na trimre C3, C4 a len ich druhé konce (kde je menšia impedancia voči zemi) sú pripojené na kuprextit. Podobne sú prevedené i deliče 1:100 a 1:1000. Týmto usporiadaním sa aspoň zčasti odstránia nevýhodné vlastnosti kuprextitu. Pro namontovaní deliča priamo na kuprextit prejavili by sa zlé vlastnosti použitého materiálu veľmi úzkými prekmitmi na sledovanom priebehu. Tieto prekmity nie je možné odstrániť kompenzáciou. Príklad takéhoto prekmitu je na obr. 6, kde je čiarkovane znázornený vplyv kompenzačného kondenzátora, napr. C3 v deliči 1:10. Tieto parazitné prekmity môžu vzniknúť i nevhodným rozmiestnením súčiastok v deliči a dlhými spojmi k prepínaču. U profesionálnych osciloskopov kvôli zamedzeniu prekmitov bývajú súčiastky deliča namontované mnohokrát na teflonové základné dosky.

Ako prepínač je použitý typ WK 533 43. Tento treba pre potreby osciloskopu upraviť tak ako je uvedené v [2] alebo nasledovne:

1. Prvý a tretí segment prepojiť podľa obr. 3. Segmenty počítame od osky prepínača.

2. Druhý a štvrtý segment po obvode prepojiť a uzemniť.

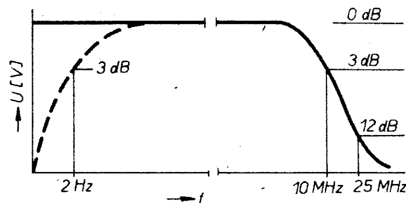
3. U piateho segmentu prepojíme prvú, štvrtú, siedmu a desiatu polohu, tj. prepojíme jednotky, desiatky a stovky. Prepojíme druhú, piatu, ôsmu a jedenástu polohu.

4. Uzemníme zadný kotúč prepínača.

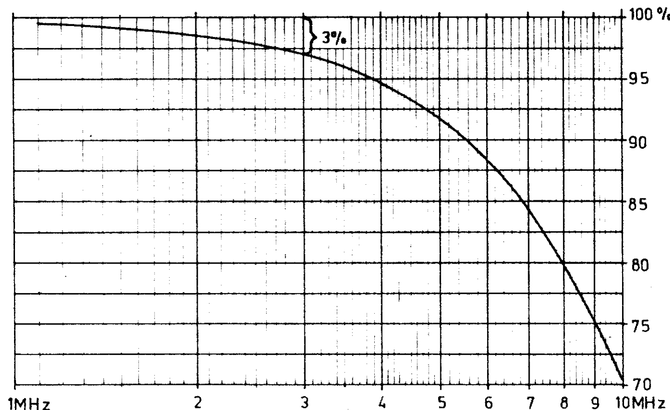
Zosilňovač Y

Elektrická schéma zosilňovača je na obr. 7 a rozloženie súčiastok na obr. 8. Zosilňovač je riešený ako symetrický jednosmerne viazaný zosilňovač s tranzistormi FET na vstupe. Meraný signál úrovňove upravený vo vstupnom deliči je privedený na riadiacu elektródu tranzistora T1. Diódy D1 a D2 slúžia ako ochrana vstupu tranzistora FET. Kondenzátorom C2 sa nastavuje vstupná kapacita osciloskopu v polohe prepínača 1:1. Do druhého vstupu tranzistora FET sa privádza kompenzačné napätie z potenciometra P1 „BAL". Týmto potenciometrom sa prevádza jednosmerné vyváženie zosilňovača Y.

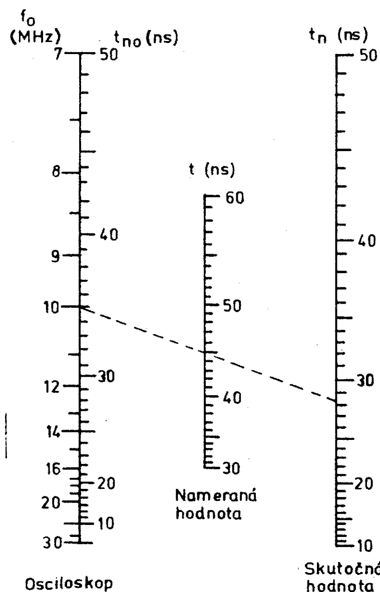
Za tranzistormi T1 a T2 je zapojený dvojstupňový symetrický zosilňovač, ktorého zisk je skokovo menený posledným segmentom prepínača vstupnej citlivosti. Zmena citlivosti sa prevádza zmenou zápornej spätnej väzby medzi emitormi tranzistorov T3 a T4. Pri nejmenšej citlivosti (polohy 50 mV/d, 500 mV/d a 5 V/d) je veľkosť spätnej väzby daná pevne zapojeným rezistorom R14. V polohách 20 mV/d, 200 mV/d, 2 V/d a 20 V/d je ku rezisto-



Obr. 9. Kmitočtová charakteristika zosilňovača Y



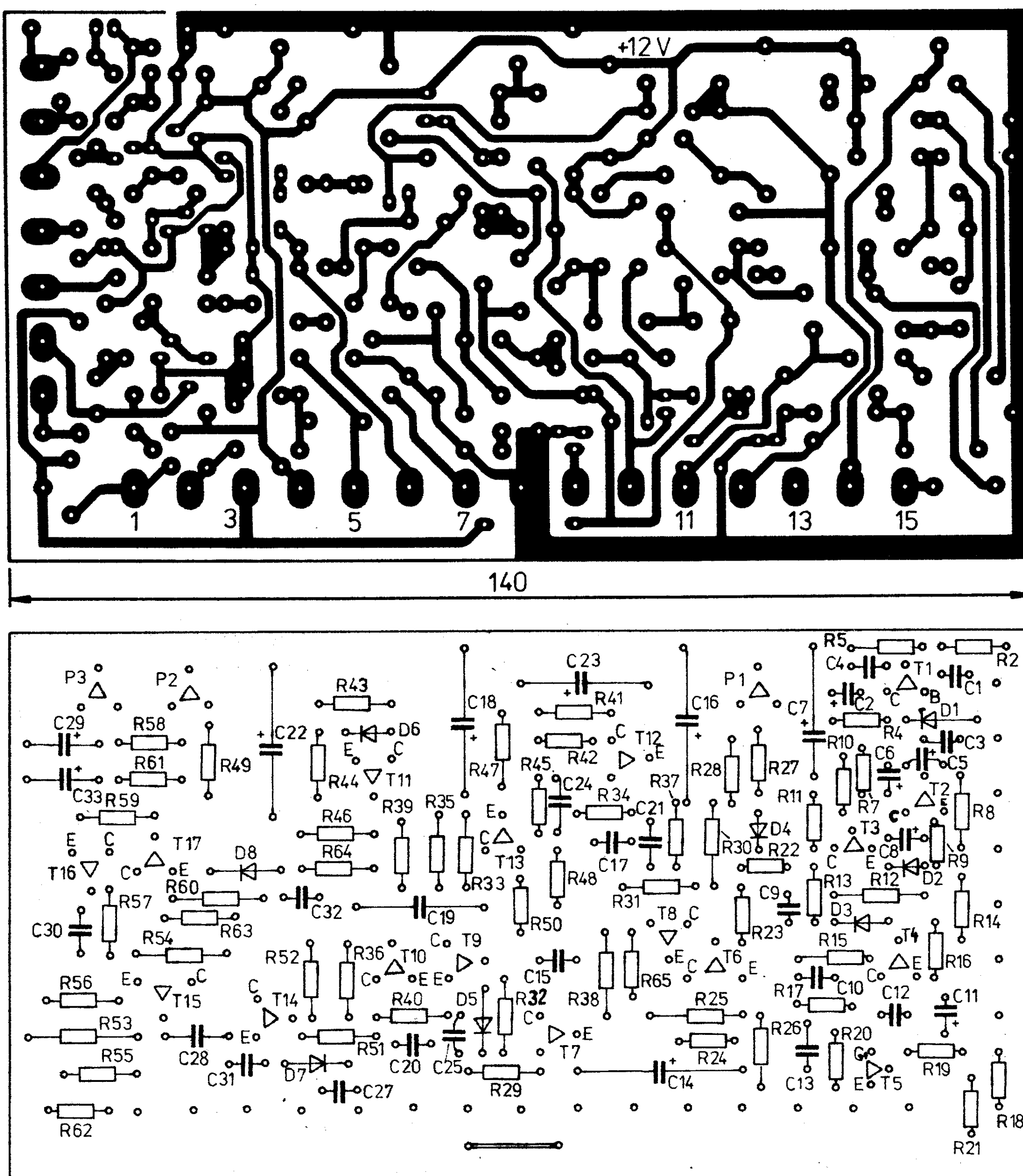
Obr. 10. Detailná časť kmitočtovej charakteristiky zosilňovača Y



Obr. 11. Nomogram na určenie skutočnej nábežnej doby impulzu meraného osciloskopom. Čiarkovane je vyznačený príklad nameraného impulzu s popisovaným osciloskopom

Obr. 12. Schéma časovej základne a synchronizačných obvodov. Napätie asi +7 V na C31 je pri vypnutej časovej základni, tj. pri prevádzke X—Y

Obr. 13. Doska s plošnými spojmi V312 a rozloženie súčiastok časovej základne a synchronizačných obvodov. Rezistor R6 montovať zo strany fólie



ru R14 zapojená sériová kombinácia rezistorov R16 a R18. Pri najväčšom zisku, tj. v polohách 10 mV/d, 100 mV/d, 1 V/d a 10 V/d je ku rezistoru R14 paralelne zapojený rezistor R16. Kondenzátory C8 a C9 a rezistor R17 upravujú kmitočtovú charakteristiku zosilňovača.

Za tranzistormi T5 a T6 nasleduje ďalší stupeň, ktorého zisk možno meniť potenciometrom P2. Týmto potenciometrom sa nastavuje celkový zisk zosilňovača a tým sa kalibruje citlivosť. Kondenzátor C11 a rezistor R36 upravujú kmitočtovú charakteristiku. Koncový stupeň je zapojený ako symetrická kaskáda. Medzi emitormi tranzistorov je zapojený korekčný obvod, ktorý upravuje kmitočtovú charakteristiku zosilňovača. Z kolektorov tranzistorov T11 a T12 sú napájané vertikálne vychyľovacie dosky obrazovky. Z kolektora T12 sa cez emitorový sledovač T13 odoberá napätie pre vnútornú synchronizáciu. Základné vlastnosti zesilovača ukazujú obr. 9 až 11.

Časová základňa

Schéma časovej základne a synchronizačných obvodov je na obr. 12, rozloženie súčiastok je na obr. 13. Synchronizácia časovej základne je závislá od polohy prepínačov Pr2 a Pr3 (viď obr. 12). Môže byť vnútorná alebo vonkajšia a to kladná alebo záporná, reagujúca na strednú hodnotu striedavého signálu v polohe prepínača „STR“, na špičkovú hodnotu signálu v polohe „ŠP“, s potlačením vf kmitočtov alebo televízna. Televízna može byť riadková alebo snímková.

Prepínačom Pr2 sa volí vnútorná alebo vonkajšia synchronizácia ako aj polarita synchronizácie. Synchronizačný signál sa privádza z prepínača Pr2-1 na invertor — tranzistor T1. V obvodoch kolektora a emitora tohto tranzistora sú rovnaké rezistory, takže signál na kolektore a emitore má rovnakú veľkosť, ale opačnú polaritu. Zenerová dióda D1 upravuje jednosmernú úroveň tak, aby bola rovnaká ako úroveň odoberaná z emitora. Z kolektora sa odoberá kladný a z emitora záporný synchronizačný signál. Tento signál je cez emitorový sledovač T5 privedený na tranzistor T6, ktorý podľa polohy prepínača Pr3 nastavuje úroveň spúšťania. V polohe „STR“ úroveň spúšťania odpovedá približne strednej hodnote striedavo viazaného signálu, v polohe „ŠP“ úroveň spúšťania odpovedá špičkovej hodnote signálu. V polohe TV je do cesty synchronizačného signálu zaradený oddelovač synchronizačnej zmesi (tranzistory T2 až T4). Podľa polohy prepínača rýchlosti časovej základne odoberajú sa vertikálne alebo horizontálne synchronizačné impulzy. V polohe „VF potl.“ je do cesty synchronizačného signálu zaradený detektor D1, ktorý signál detekuje a tak sa na vstup synchronizácie privádza len detekovaný nf signál.

Synchronizačný signál je privedený do báze T7. Tranzistory T7 a T8 tvoria Schmittov klopný obvod, ktorý vyrába impulzy s konštantnou nábehovou dobou a konštantnou amplitúdou. Z kolektora T8 sa cez kondenzátor C21 odoberajú impulzy na spúšťanie riadiaceho multivibrátora píly. Na vstup tohto multivibrátora sa ďalej privádzajú signály z obvodu automatického spúšťania a z blokovacieho obvodu. Ak súčet napätí privedený na vstup multivibrátora je dostatočne záporný, začne pracovať generátor píly a vytvorí pílovité napätie. Kmitočet píly je závislý od polohy prepínača rýchlosti časovej základne, ktorý prepína kondenzátory pripájané z kolektora T15 na „zem“. Pri určitej hodnote výstupného napätia píly preklopí sa naspäť riadiaci multivibrátor — napätie sa vráti na počiatočnú hodnotu. Tranzistor T14 bude otvorený do saturácie, čím sa skratuje konden-

zátor generátora píly a napätie na ňom okamžite klesne na nulu. Riadiaci multivibrátor je na určitý čas, ktorý je daný blokovacím obvodom, držaný v kľudovej polohe. Po tomto čase sa multivibrátor najbližším spúšťacím impulzom znovu preklopí, čím sa uzavrie spínací tranzistor T14 a kondenzátor časovej základne sa začne nabíjať konštantným prúdom cez tranzistor T15 — vyrobí sa ďalšia píla. Takéto zapojenie sa nazýva spúšťaná časová základňa. Ak v priebehu asi 0,5 s nepríde na vstup žiaden synchronizačný impulz (tj. ak sa na vstup osciloskopu neprivádza žiaden signál), začne pracovať automatické spúšťanie — tranzistory T9 až T11. Toto zapojenie nastaví vstup riadiaceho multivibrátora píly tak, že tento je pripravený na prevádzku. Vytvorí sa píla, po skončení ktorej sa riadiaci multivibrátor vráti späť do východzej polohy. Toto sa opakuje dovtedy, kým nepríde na vstup synchronizačný impulz. Obvod pracuje ako voľnobežná časová základňa.

Ako vnútorná časová základňa sa používa generátor píly, ktorý je tvorený zdrojom konštantného prúdu a kondenzátormi C3 až C20, ktoré sú umiestnené priamo na prepínači rýchlosti časovej základne. Tranzistor T15 je zapojený ako zdroj konštantného prúdu. Rýchlosť stúpania napätia píly, ktorá určuje časové merítko, je nepriamo úmerná kapacite kondenzátora a priamo úmerná prúdu tranzistorom T15. Veľkosť nabíjacieho prúdu možno meniť potenciometrom P3 (kalibrácia časovej základne) a potenciometrom P4 (časová základňa jemne). Potenciometer P4 je umiestnený na prepínači Pr4 a tvorí s ním jeden konštrukčný celok.

Napätie na kondenzátore časovej základe sa lineárne zväčšuje až do určitej hodnoty, kedy sa otvorí tranzistor T14 a kondenzátor sa rýchlo vybije. Otváranie tranzistora T14 je ovládané riadiacim multivibrátorom píly. Píla sa vytvorí vtedy, keď riadiaci multivibrátor sa dostane do stavu, v ktorom je T12 zatvorený a T13 otvorený. Napätie píly sa privádza na emitorové sledovače T16, T17, ktoré sú zapojené v kaskáde. Napätie z emitorových sledovačov sa privádza na blokovací obvod ako aj na špičku *15* zásuvky, z ktorej sa cez prepínač Pre-2 privádza na koncový horizontálny zosilňovač. Riadiaci multivibrátor (T12, T13), ktorého vstupná úroveň može byť nastavená potenciometrom P2, je riadený nasledovne:

1. Spúšťacími impulzami so Schmittovho klopného obvodu T7, T8, tvarovanými derivačným obvodom C21, R43 a D6.

2. Blokovacími signálmi.

3. Jednosmernou hodnotou napätia z automatiky.

Záverný signál dostáva riadiaci multivibrátor píly do stavu, v ktorom je spínač T14 otvorený. V tomto stave ostane dovtedy, kým nepríde ďalší spúšťací impulz.

Výstupné napätie píly sa cez rezistory R60, R63 kondenzátor C32 a diódu D8 privádza na kondenzátor C31. Pri pomalších rýchlostiach sú ku kondenzátoru C31 prepínačom časovej základne pripojované ďalšie kondenzátory C21 až C25 umiestnené na prepínači Pr4. Napätie na C31 narastá ako napätie píly. Pri spätnom behu zabraňuje dióda D8 vybíjanie kondenzátora. Napätie na kondenzátore klesá s časovou konštantou *RC*, ktorá je dostatočne veľká, aby napätie na kondenzátore nekleslo na nulu. Pri použití vonkajšieho vstupu X je generátor píly zablokovaný kladným napätím privedeným cez rezistor R1 a prepínač Pr2-1.

Tranzistory T9 a T10 tvoria monostabilný multivibrátor, ktorý je spúšťaný impulzom odoberaným z kolektora T1 a derivovaný členom R32, C15. Multivibrátor T9, T10 vyrába pravouhlé napätie, ktoré cez emitorový sledovač T11 nabíja kondenzátor C22. Toto napätie sa cez rezistor R44 privádza na riadiaci multivibrátor píly. Pri neprítomnosti spúšťacích impulzov prestane multivibrátor T9, T10 kmitať a tým sa zmenší asi za 0,5 s napätie na kondenzátore C22 na cca 7,5 V, takže riadiaci multivibrátor začne voľne kmitať. Toto trvá dovtedy, kým nepríde na vstup spúšťací impulz, vytvorený zo signálu privedeného na zosilňovač Y, resp. z externého synchronizačného vstupu.

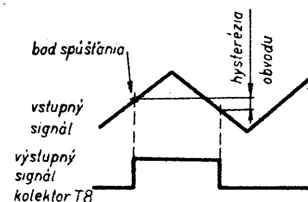
Použitý Schmittov klopný obvod pracujúci ako tvarovač impulzov (tranzistory T7, T8) spúšťa riadiaci multivibrátor píly a zapojenie automatického spúšťania cez príslušné derivačné členy. Na obr. 14 je znázornený spôsob preklápania Schmittovho klopného obvodu pri kladnej synchronizácii, na obr. 15 pri zápornej synchronizácii. Z obrazkov vidno, že vstupný signál musí prejsť obe hranice hysteréznej medzery, aby sa vytvoril spúšťací impulz. Pomer medzi hodnotou signálu a polohou tejto hysteréznej medzery (resp. bodom spúšťania) je závislý od polohy prepínača Pr3:

1. „STR". V tejto polohe je stredná hodnota striedavého signálu v blízkosti hysteréznej medzery. Spúšťanie sa tu uskutočňuje v blízkosti prechodu signálu nulovou hodnotou — viď obr. 14, 15. V tejto polohe je špičková hodnota signálu omnoho väčšia ako je hysterézia obvodu. Tranzistory T5 a T6 pracujú ako emitorové sledovače.

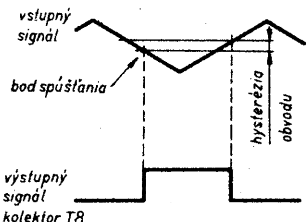
2. „ŠP". V tejto polohe sa uskutočňuje nastavenie úrovne striedavo viazaného signálu tak, že spúšťanie sa prevádza v špičkách signálu — obr. 16 pre kladné a obr. 17 pre záporné signály. Musí však tu byť splnená požiadavka, aby striedavý signál mal dostatočne väčšiu hodnotu ako hysterézna medzera. Nastavenie úrovne sa prevádza pomocou kondenzátora zapojeného v obvodu emitora T5 a tranzistora T6, ktorý teraz pracuje ako dióda.

3. „TV". V tejto polohe prepínača sa signál z invertora T1 privádza na oddelovač synchronizačných impulzov. Tranzistory T2 a T3 pracujú ako oddeľovač synchronizačných impulzov, pričom z kolektora tranzistora T3 sa odoberá synchronizačná zmes. Cez rezistor R12 sa privádzajú impulzy pre riadkovú synchronizáciu. Cez dolnú priepusť R13, C9 sa privádza zmes na obrazový oddeľovač synchronizačných impulzov — tranzistor T4. Z kolektora T4 sa odoberajú obrazové synchronizačné impulzy 50 Hz. Tieto impulzy sa privádzajú na synchronizáciu časovej základne. Prepínanie riadkovej a obrazovej synchronizácie sa prevádza s prepínaním rýchlosti časovej základne.

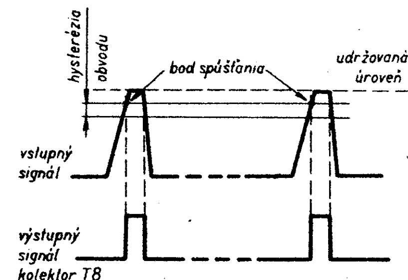
4. „VF poti.". V tejto polohe je synchronizačný signál najprv detektorom D1 (pri Pr3) detekovaný a potom spracovaný ako v polohe „STR". Tejto polohy sa používa pri sledovaní amplitúdovo modulovaných vf signálov vtedy, keď chceme, aby obrázok bol zasynchronizovaný modulačným napätím, pri sledovaní brumov na vf signáloch a podobne.



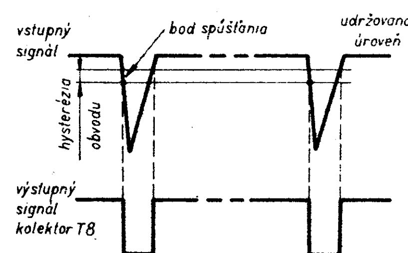
Obr. 14. Vytvorenie spúšťacieho impulzu v polohe „STR" a v polohe synchronizácie +



Obr. 15. Vytvorenie spúšťacieho impulzu v polohe „STR" a v polohe synchronizácie —



Obr. 16. Vytvorenie spúšťacieho impulzu v polohe „ŠP" pre kladný vstupný signál



Obr. 17. Vytvorenie spúšťacieho impulzu v polohe „ŠP" pre záporný vstupný signál

Pri nastavovaní časovej základne sa na vstup Y osciloskopu privedie nf napätie o kmitočte cca 1 kHz takej velkosti, aby znázornený priebeh na obrazovke mal velkosť 3 až 5 dielkov. Prepínač Pr3 sa prepne do polohy „STR". Potenciometrom P1 na doske časovej základne sa nastaví napätie na kolektore tranzistora T7 tak, aby obdĺžnikový priebeh mal striedu 1:1.

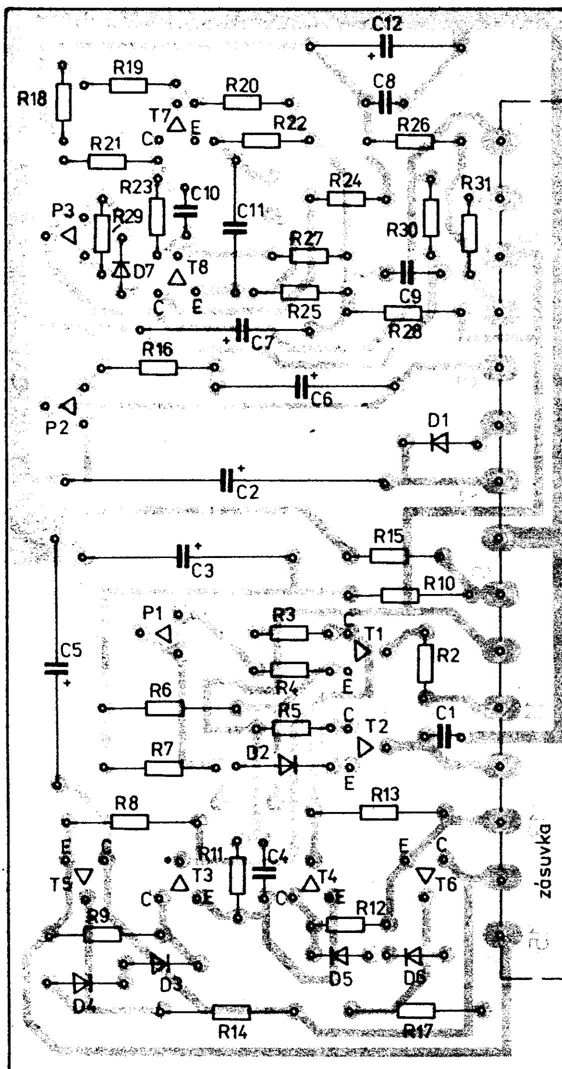
Osciloskop s deliacou sondou 1:10 sa pripojí na vývod Z-12 dosky časovej základne. Na vstup Y sa privádza napätie ako je uvedené vyššie. Potenciometrom P2 na doske časovej základne sa nastaví priebeh vyznačený na

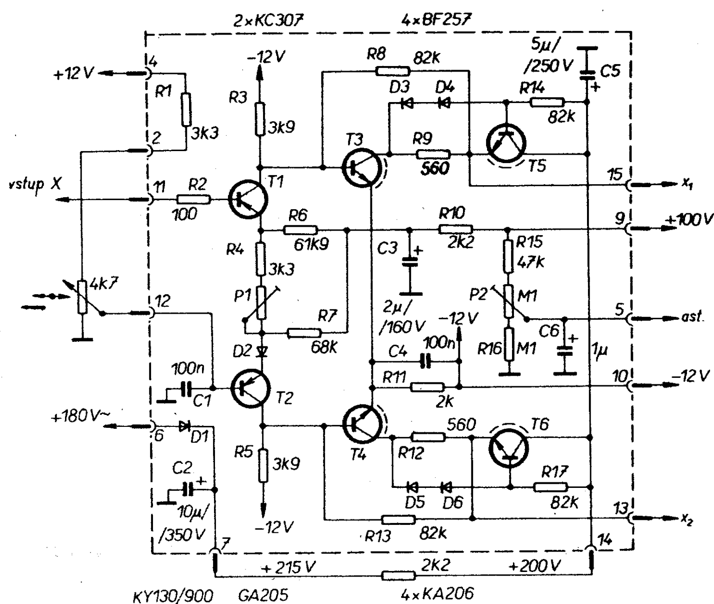
schéme. Na vstup osciloskopu sa privedie napätie z kalibrátora, ktorého kmitočet sme nastavili čítačom a striedu pomocou osciloskopu na 1:1. Prepínač Pr4 sa prepne do polohy „0,1 ms/d". Potenciometer „KMITOČET Č. Z. JEMNE" sa dá do pravej krajnej polohy. Potenciometrom P3 na doske časovej základne sa nastaví šírka znázorneného priebehu na 5 dielkov.

Zosilňovač X

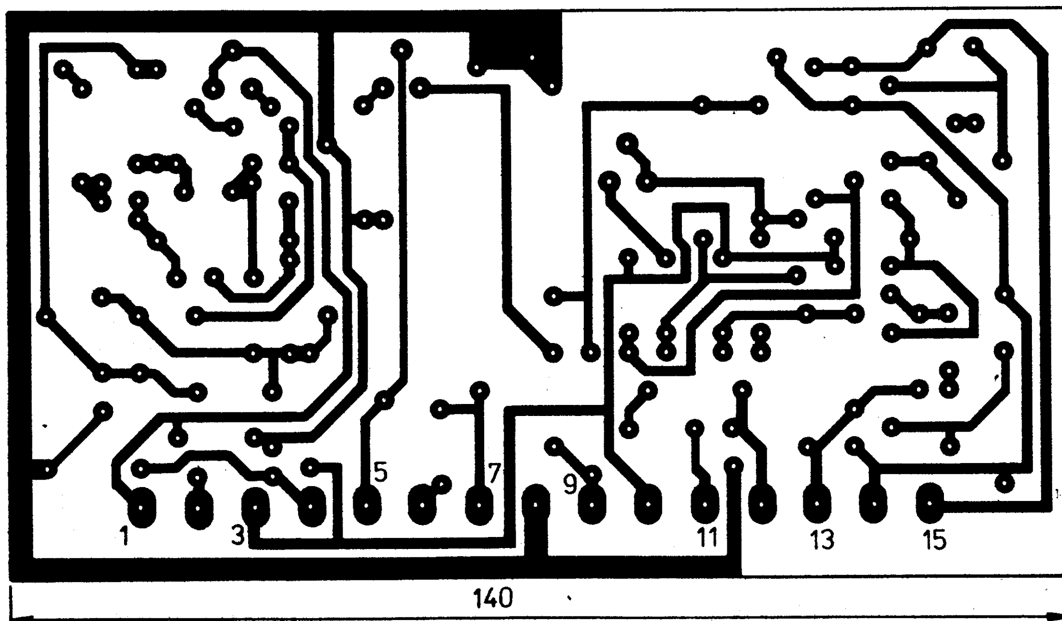
Schéma zosilňovača X je na obr. 18. Rozloženie súčiastok zosilňovača (a kalibrátora) je na obr. 19. Zosilňovač je riešený ako symetrický jednosmerne viazaný diferenciálny zosilňovač. Na jeden vstup (báza T1) sa privádza napätie píly alebo napätie z predzosilňovača vstupu X. Na druhý vstup sa privádza jednosmerné napätie z potenciometra horizontálneho posuvu. Tranzistory T1 a T2 sú zapojené ako zosilňovače so spätnou väzbou medzi emitormi. Veľkosť spätnej väzby sa nastavuje potenciometrom P1 a tým sa nastavuje citlivosť horizontálneho zosilňovača. Za tranzistormi T1 a T2 je zapojená symetrická kaskáda osadená tranzistormi T3 až T6, ktorá dodáva dostatočné napätie potrebné pre pomerne málo citlivé horizontálne vychyľovacie dosky obrazovky. Napájacie napätie pre koncové tranzistory sa získa jednocestným usmernením napätia z Tr1 diódou D1. Na doske je tiež umiestnený potenciometer P2 slúžiaci na nastavenie astigmatizmu obrazovky.

Predzosilňovač pre externý vstup X slúžiaci tiež aj pre externú synchronizáciu je na obr. 20, osadená doska na obr. 21. Napätie z konektora externého vstupu X, ktorý je umiestnený na zadnom paneli sa privádza cez rezistor R1 na potenciometer P1, ktorým sa reguluje citlivosť vstupu X alebo citlivosť externej synchronizácie. Napätie z P1 sa privádza na bázu T1, ktorý pracuje ako emitorový sledovač. Výstupné napätie sa odoberá z emitora T1.





Obr. 18. Schéma zosilňovača X

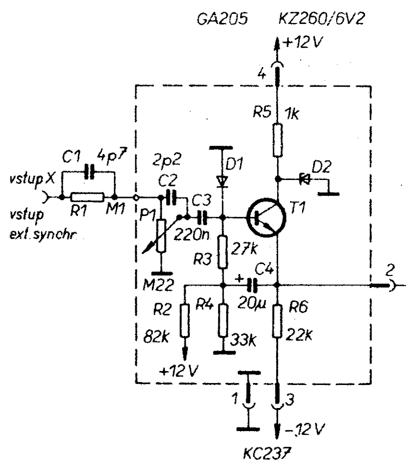


Obr. 19. Doska s plošnými spojmi V313 a rozloženie súčiastok zosilňovača X a kalibrátora

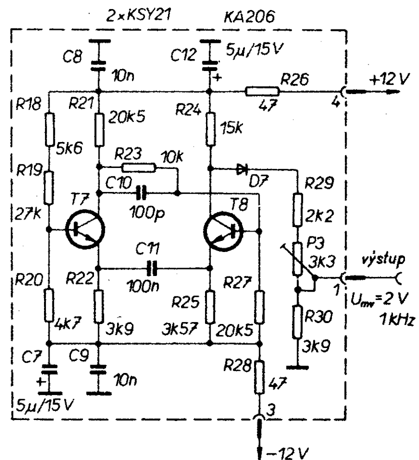
Kalibrátor

Kalibrátor slúži na kontrolu a nastavenie citlivosti zosilňovača Y ako aj na kompenzáciu deliacej sondy. Schéma kalibrátora je na obr. 22. Je umiestnený na jednej doske so zosilňovačom X.

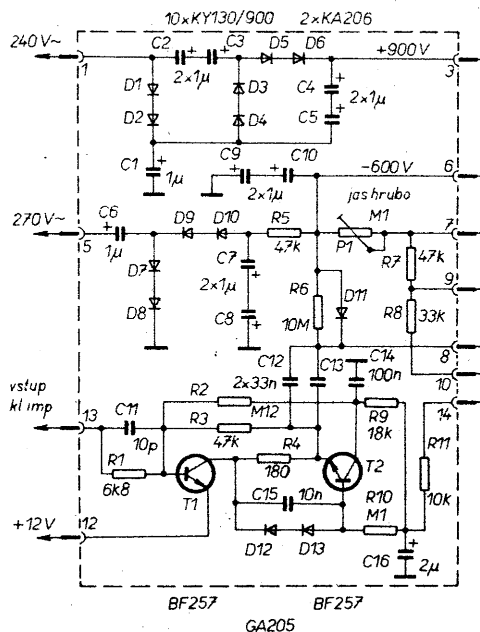
Kalibrátor je osadený tranzistormi T7 a T8, ktoré pracujú ako astabilný multivibrátor vyrábajúci kmitočet 1 kHz. Ak je kmitočet vyšší ako 1 kHz, možno ho upraviť pridaním kondenzátora ku C11 (na doske sú k tomuto účelu otvory). Ak je kmitočet menší



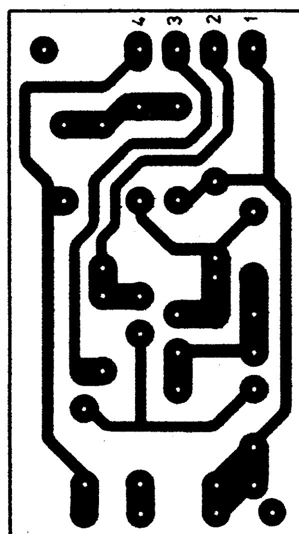
Obr. 20. Schéma horizontálneho predzosilňovača

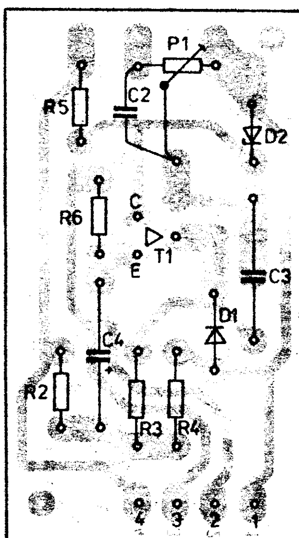


Obr. 22. Schéma kalibrátora

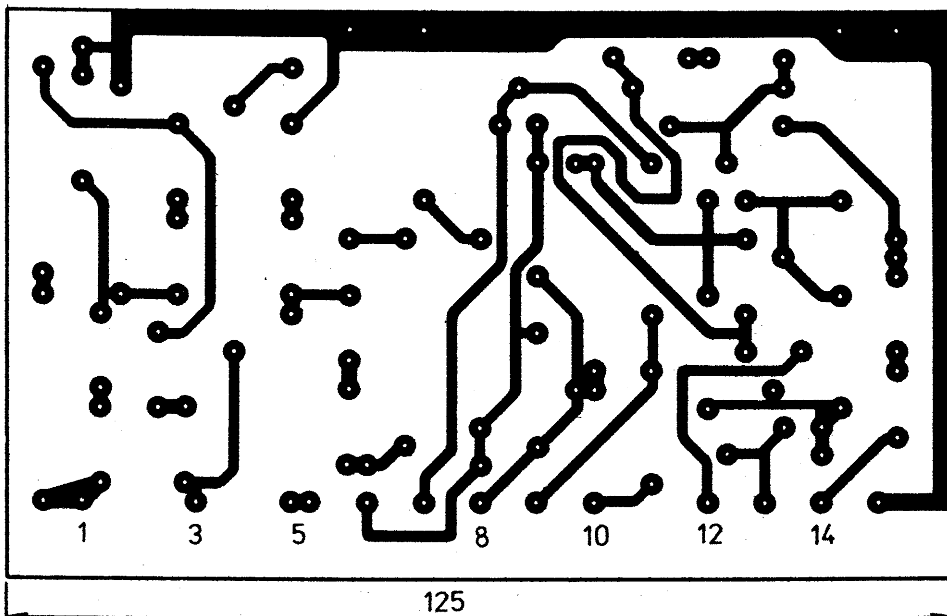


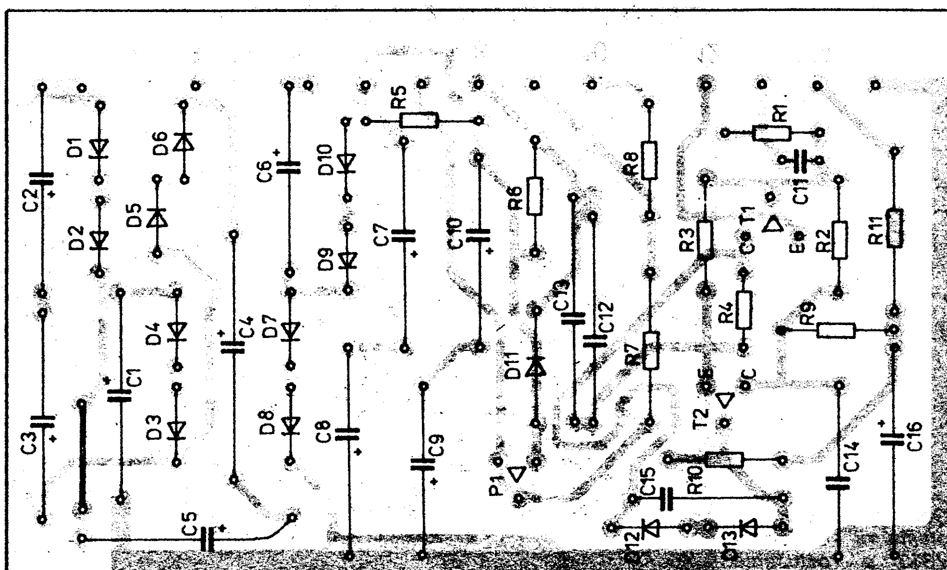
Obr. 23. Schéma obvodov obrazovky



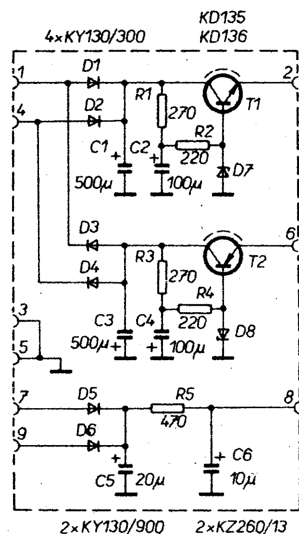


Obr. 21. Doska V314 s plošnými spojmi a rozloženie súčiastok horizontálneho predzosilňovača

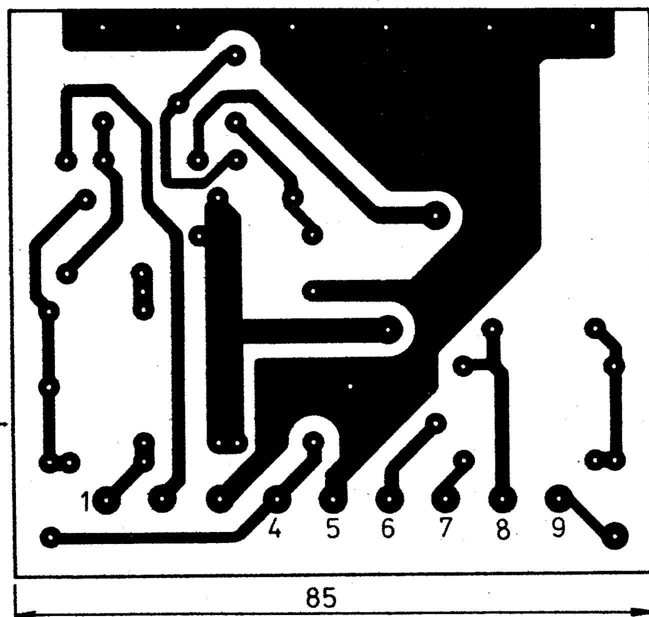


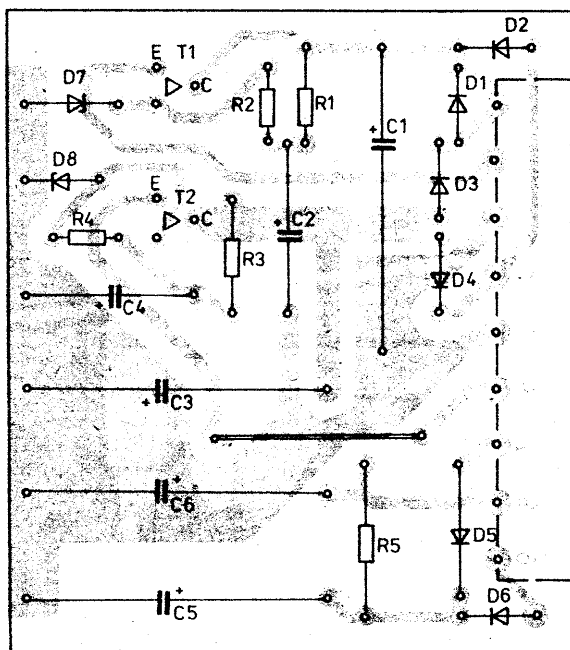


Obr. 24. Doska s plošnými spojmi V315 a rozloženie súčiastok obvodov obrazovky



Obr. 25. Schéma zdrojov ±12 V a zdroja +120 V



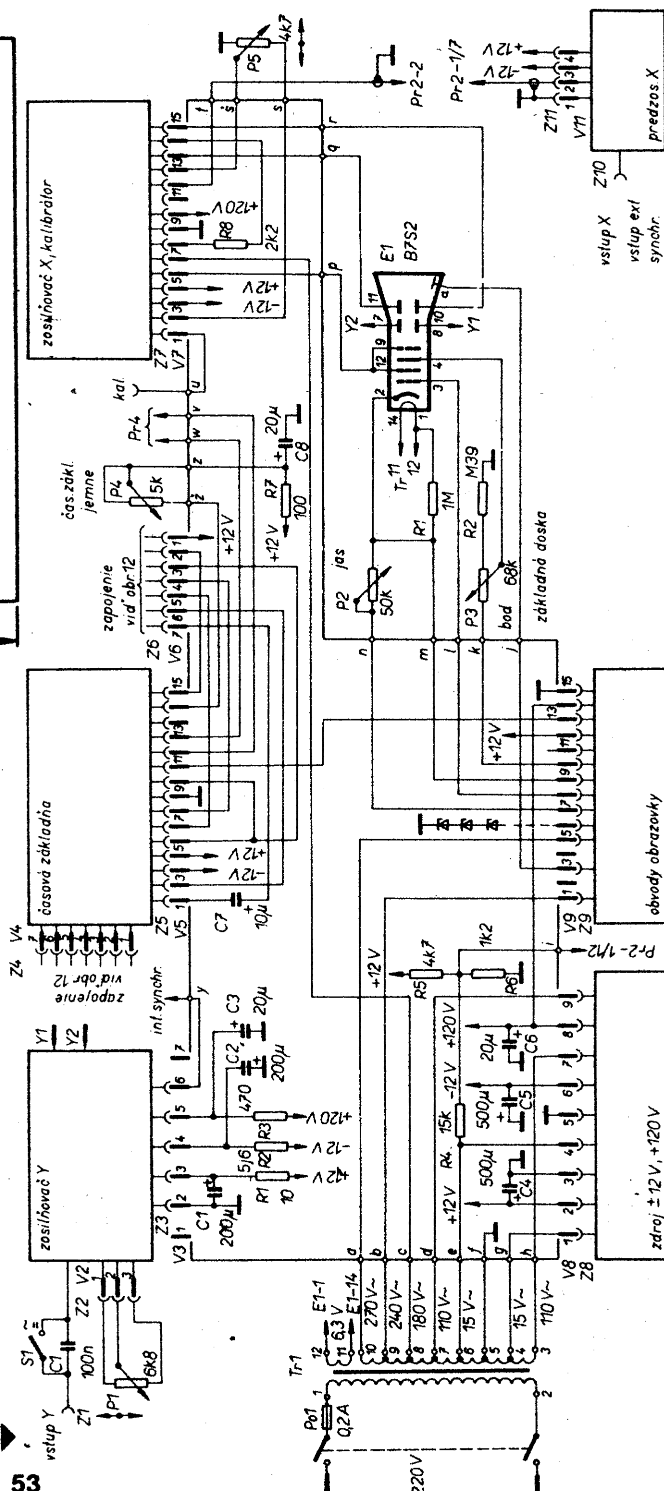


Obr. 26. Doska s plošnými spojmi zdrojov V316 a rozloženie súčiastok

upraví sa výmenou kondenzátora C11 alebo zmenou rezistorov R22 a R25. Rezistormi R18, R19 sa upravuje strieda tak, aby bola presne 1:1. Ak je strieda presne 1:1, môže sa výstupné napätie menené potenciometrom P3 merať jednosmerným číslicovým voltmetrom. Ak tento voltmeter ukazuje 1 V a strieda je presne 1:1 je skutočné výstupné napätie (medzivrcholové) 2 V. Takto možno omnoho presnejšie nastaviť výstupné napätie ako pri nastavovaní osciloskopom.

Obvody obrazovky

Obvody obrazovky sú z konštrukčného hladiska rozdelené na prvky umiestnené na prednom paneli — potenciometre „JAS" a „BOD", na doske zosilňovača X — potenciometer „ASTIGMATIZMUS", a na doske s označením „Obvody obrazovky" (schéma je na obr. 23, osadená doska na obr. 24). Kladné napätie pre anódu obrazovky dodáva ztrojovač — diódy D1 až D6 a kondenzátory C1 až C5. Záporné napätie pre katódu obrazovky sa získava zdvojovačom — diódy D7 až D10 a kondenzátory C6 až C8. Odpor R5 s kondenzátormi C9, C10 zlepšuje filtráciu tohto napätia. Na vývod *6* sú na základnej doske zapojené stabilizačné Zenerové diódy. Ak sa nám nepodarí získať takéto diódy so Zenerovým napätím 200 V, môžeme použiť na stabilizáciu miniatúrne dútnavky, varistor, ktorý sa v minulosti používal v televíznych prijímačoch na stabilizáciu horizontálneho rozmeru alebo vôbec nepoužiť stabilizáciu tohto napätia.



Obr. 27. Schéma základnej dosky

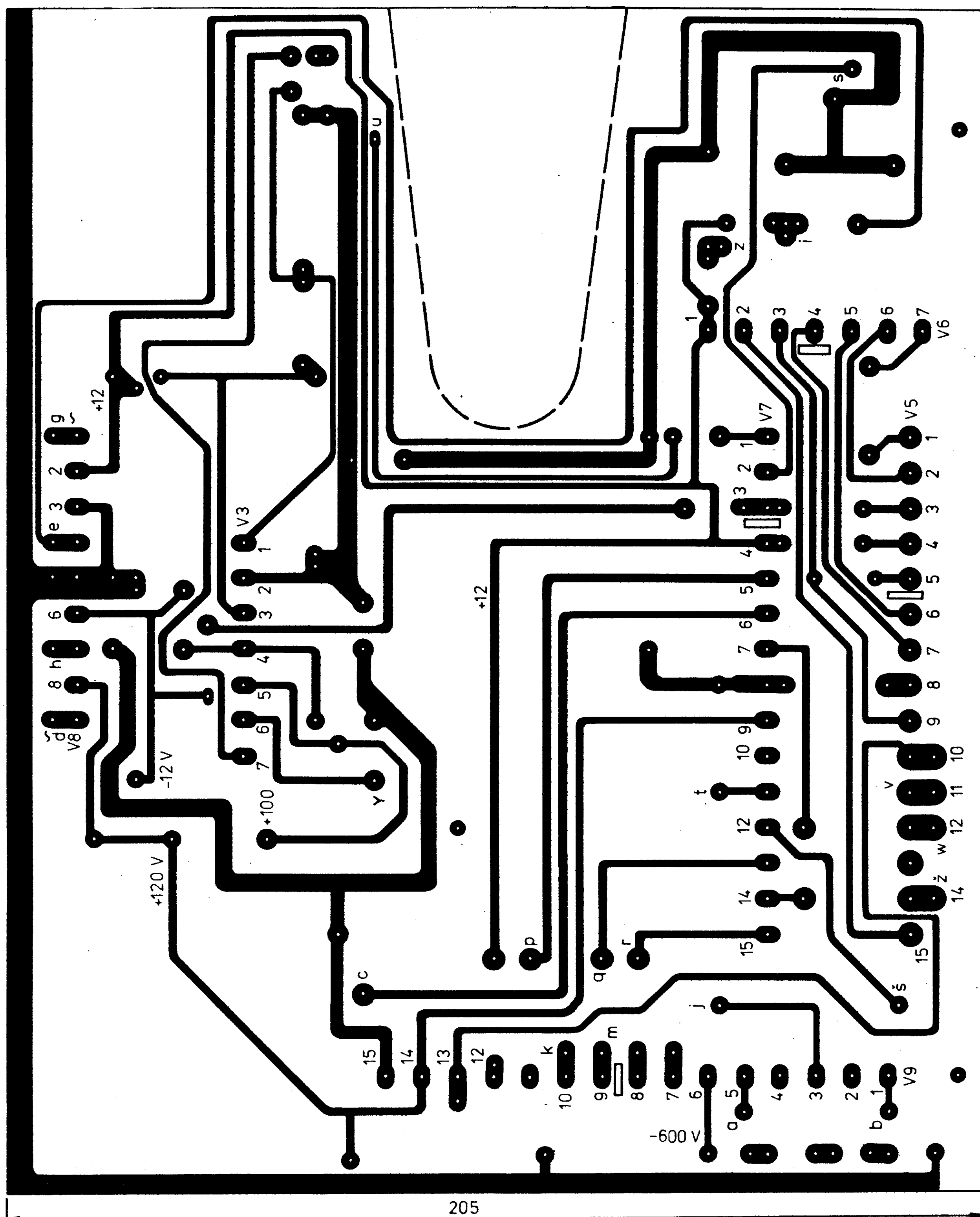
Potenciometrom P1 sa nastavuje hrubo jas obrazovky. Aby pri sledovaní meraného priebehu nebol tento rušený spätným behom lúča, je počas spätného behu obrazovka zablokovaná. Potrebný kľúčovací impulz sa získava z riadiaceho multivibrátora píly na doske časovej základne a privádza sa na bázu tranzistora T1. Tranzistory T1 a T2 pracujú ako sériový protitaktný zosilňovač. Kľúčovací impulz sa odoberá z emitora T2 a privádza sa cez kondenzátory C12 a C13 na riadiacu mriešku obrazovky.

Zdroj

Jednosmerné napájacie napätia ±12 V a +120 V sa odoberajú z dosky zdroja (schéma na obr. 25). Osadená doska je na obr. 26. Napätia ±12 V sú stabilizované jednoduchými stabilizátormi s tranzistormi T1 a T2. V bázach týchto tranzistorov sú zapojené referenčné diódy D7, D8. Zdroj +120 V je jednoduchý dvojcestný usmerňovač s filtráciou rezistorom R5 a kondenzátorom C6. Ďalšia filtrácia tohto napätia je na základnej doske.

Základná doska

Jednotlivé elektrické obvody sú prevedené ako moduly, ktoré sa zasúvajú do základnej dosky (okrem malej doštičky predzosilňovača X, ktorá je primontovaná na zadný panel). Základná doska zaisťuje prepojenie modulov a sú na nej umiestnené filtračné členy *RC*. Rezistory R4 až R6 upravujú striedavé napätie pre sieťovú synchronizáciu. Doska je navrhnutá i pre použitie iného zosilňovača Y a tak sú niektoré pozície neobsadené. Schéma



Obr. 28. Základná doska V317 s plošnými spojmi a rozloženie súčiastok. Pod zásuvky vrtať otvory ø 1,3. Do týchto otvorov nalisovať kolíky WA 45941 zo strany súčiastok

základnej dosky je na obr. 27 a osadenie dosky je na obr. 28.

Mechanická konštrukcia

Základom mechanickej časti osciloskopu sú predný a zadný panel (obr. 29 a 30). Tieto panely budú pre elektrikára najtvrdším orieškom. Ak sa nám podarí získať frézara určite nám tieto vyrobí za elektrikársku protihodnotu vo forme opravy magnetofónu, rádia či televízora.

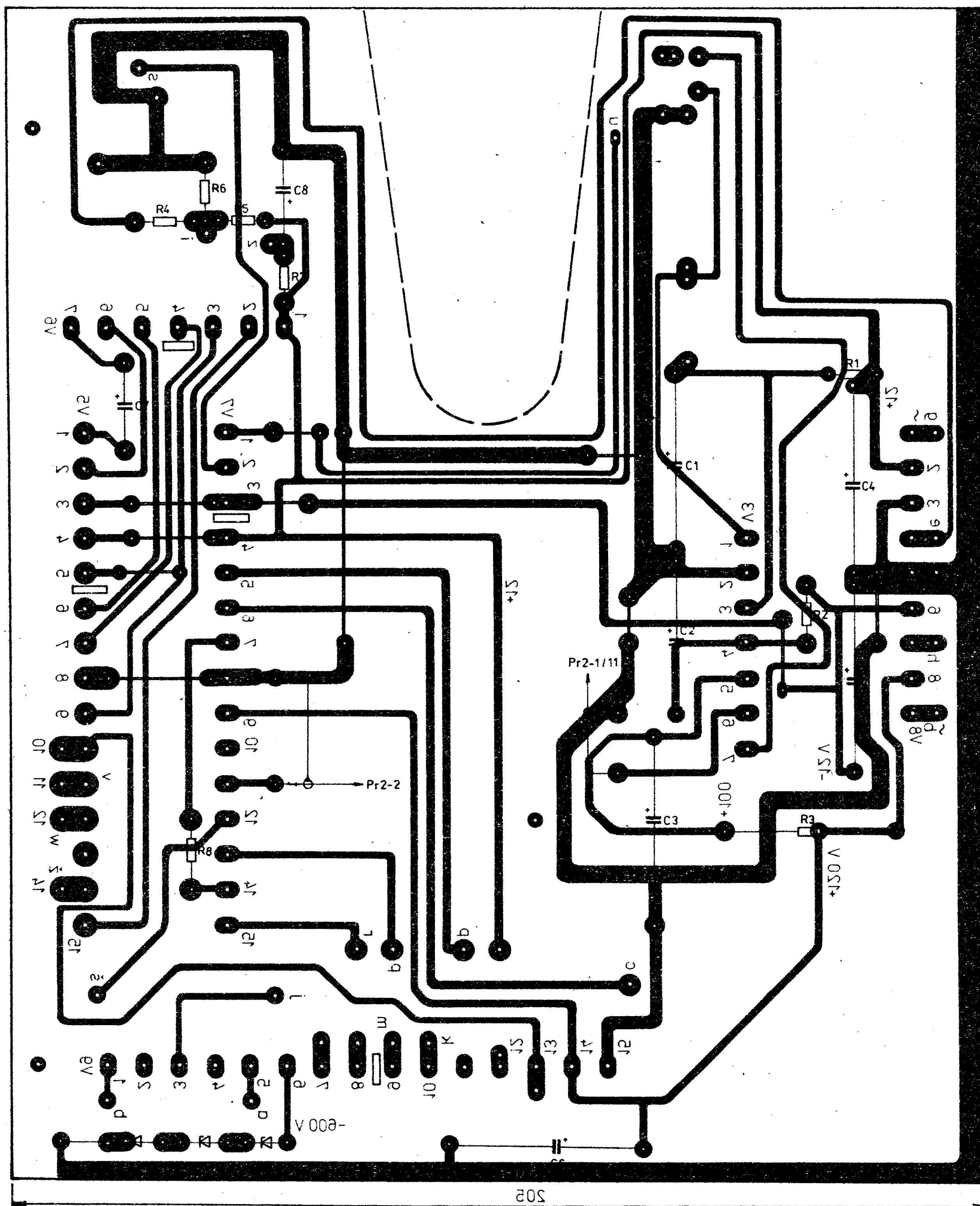
Predný a zadný panel sú spojené rozpernými tyčkami (obr. 31a). V horných rohoch sú tyčky zo šesťhranu alebo gulatiny, v spodných rohoch sú použité tyčky zo štvorhranu. Na tieto tyčky je namontovaná doska. Pred namontovaním základnej dosky musíme vyrobiť na nej otvory pre kľúčovacie kolíky zásuviek modulov. Pod dosky a zásuvku nalisujeme zo strany súčiastok kolíky WA 459 41. Na základnej doske je primontovaný i sieťový transformátor.

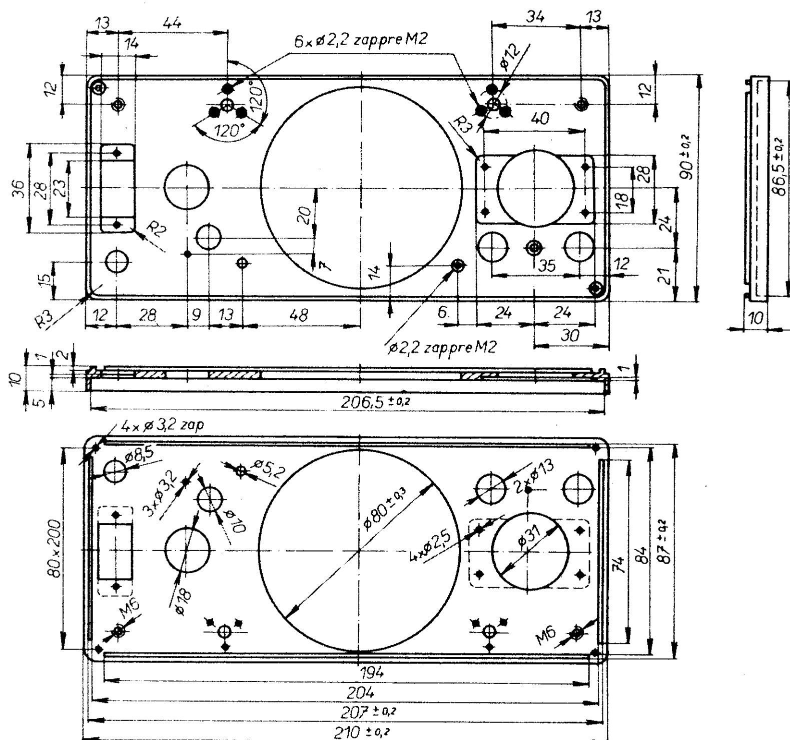
Na predný panel sú potenciometre P1 a P5 namontované priamo, potenciometre P2 a P3 sú ku panelu primontované pomocou izolátorov (obr. 31b).

Prepínače Pr2 a Pr3 sú namontované na pásik (obr. 31c) a spolu primontované na panel. Pred ich namontovaním na panel najprv ich poprepojujeme podľa obr. 12. Na prepojenie s doskou časovej základne a so základnou doskou je najvhodnejšie použiť sedemžilový vodič 7 × 0,15 mm² o dĺžke cca 10 cm. Na druhé konce použijeme 7pólové zásuvky WK 180 23, z ktorých sa odstránia držiaky vodičov — ostane iba materiál držiaci kontakty.

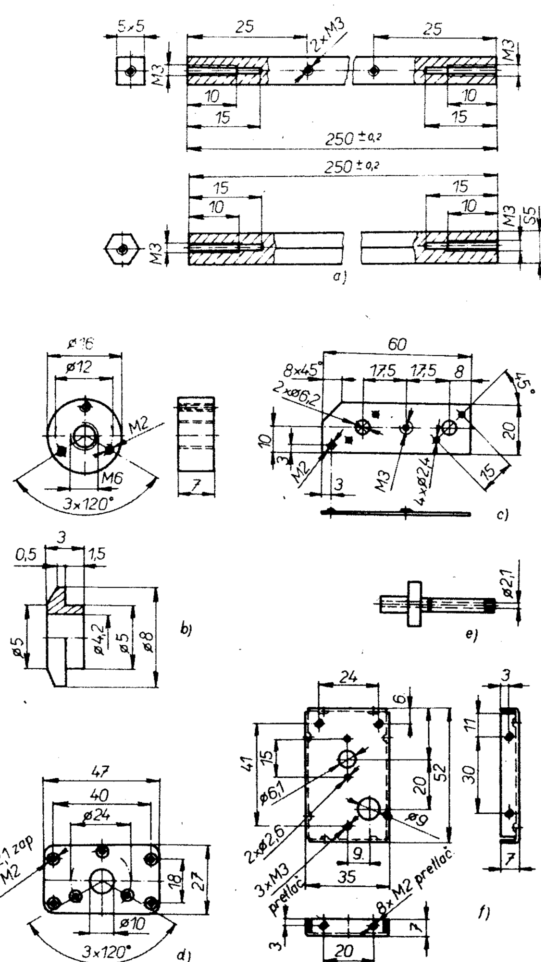
Prepínač Pr4 sa pred namontovaním opatrne rozoberie. Z prepínača sa vyberie oska, ktorá sa na sústruhu pozdĺžne prevrtá viď obr. 34e. Cez tento otvor pôjde oska (tyčka o ø 2 mm), ktorá ovláda potenciometer jemnej regulácie časovej základne. Ak sú na túto úpravu netrúfneme, nebudeme mať možnosť regulovať jemne časovú základňu. Ak sa nám nepodarí zohnať prepínač WK 533 52, môžeme použiť 12pólový prepínač a najpomalšie časovky vypustiť.

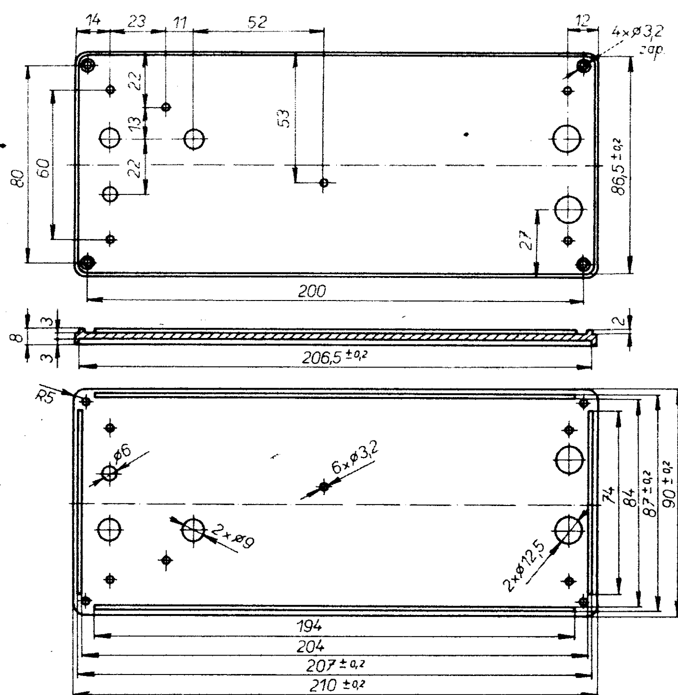
Na prepínači Pr4 sú umiestnené i kondenzátory časovej základne



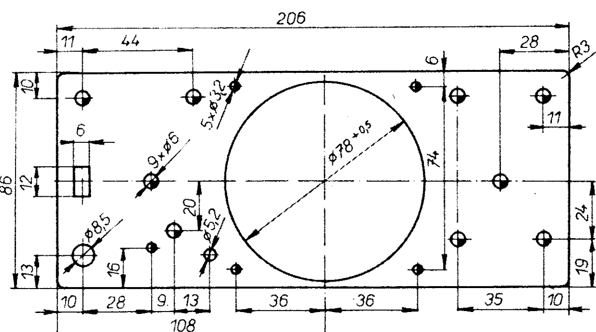


Obr. 29. Predný panel. Materiał dural, úprava morenie





Obr. 31. Mechanické montážne diely: a) rozperné tyčky (materiał Fe alebo mosadz, uprava zinok); b) izolátor pre zvýšenie elektrickej pevnosti potenciometrov P2 a P3 (materiál Novodur, pre potenciometer TP 160 narezať závit M7×0,75); c) pásik na uchytenie prepínačov Pr2 a Pr3 (mat. plech Fe); d) pásik na uchytenie prepínača Pr4; e) uprava osky prepínača časovej základne; f) predný panel vstupného prepínača



Obr. 30. Zadný panel. Materiál dural, úprava morenie

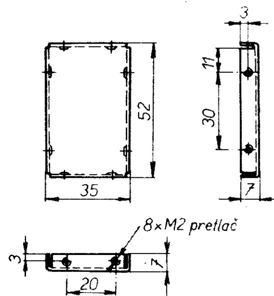
Obr. 32. Štítok na predný panel. Mat. plech hrúbky 1 mm. Striekať šedou farbou.

a potenciometer jemnej regulácie časovej základne. Tieto súčiastky namontujeme na prepínač nasledovne:

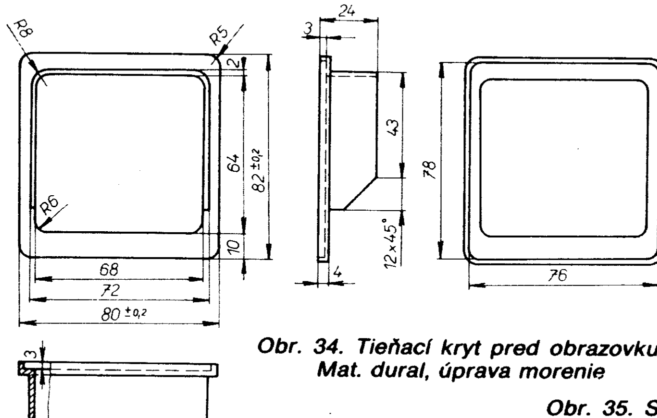
1. Miesto zadných matíc M2 na prepínači namontujeme na svorníky prepínača distančné stĺpky ø 4 × 12 mm s pozdĺžným závitom M2.
2. Na tieto stĺpky namontujeme kotúčik z cuprextitu o priemere 35 mm s otvorom v strede (ø 7 mm).
3. Na kotúčik namontujeme potenciometer TP 160 5k (5 kΩ). Na tomto potenciometri skrátime osku na 4 mm a do nej z boku navrtáme otvor o ø 1 mm.
4. Cez otvor v oske prepínača prevlečieme oceľovú tyčku o ø 2 mm, do ktorej sme z boku (2 mm od konca) navrtali otvor o ø 1 mm.
5. Do otvorov o ø 1 mm v oske potenciometra a v tyčke o ø 2 mm prevlečieme drôt o ø 1 mm natarovaný do tvaru písmena U. Tento drôt nám slúži ako spojka a vymedzuje nepresnosti medzi oskou a potenciometrom.
6. Vybraté kondenzátory časovej základne prispájkujeme na posledný segment prepínača a druhé konce týchto kondenzátorov prispájkujeme na cuprextitový kotúčik.

Zostava prepínača je na obr. na III. strane obálky. Takto upravený a poprepojovaný prepínač namontujeme na pásik (obr. 31d) a ten spolu s prepínačom na predný panel. Na predný panel sa namontuje z predu štítok (obr. 32). Tento popíšeme Propisotom alebo sieťotlačou (viď III. stranu obálky). Horný a dolný kryt vyrobíme z hliníkového plechu — najvhodnejšie je povrchovo upravený kryt zo stavebnice ALMES.

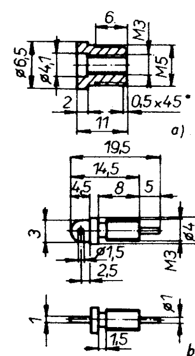
Na obr. 34 je konštrukcia tieňacieho krytu pred obrazovku, na obr. 35 mechanické súčiastky pre kalibrátor. Prepojenie prepínačov Pr1 až Pr3 usnadňujú obr. 36 až 38.



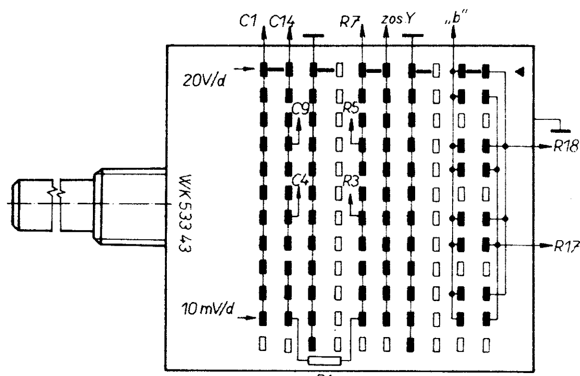
Obr. 33. Zadný panel vstupného deliča



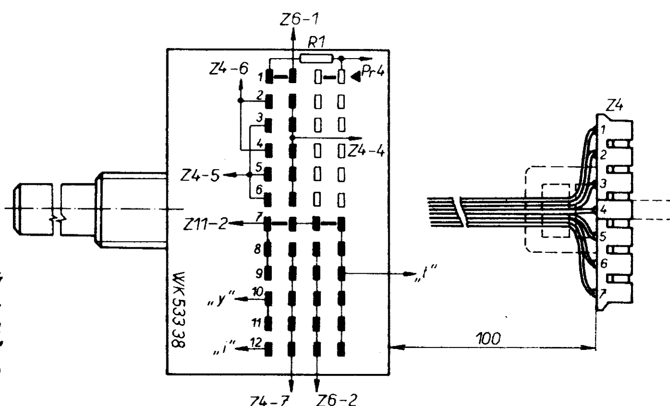
Obr. 34. Tieňací kryt pred obrazovku. Mat. dural, úprava morenie



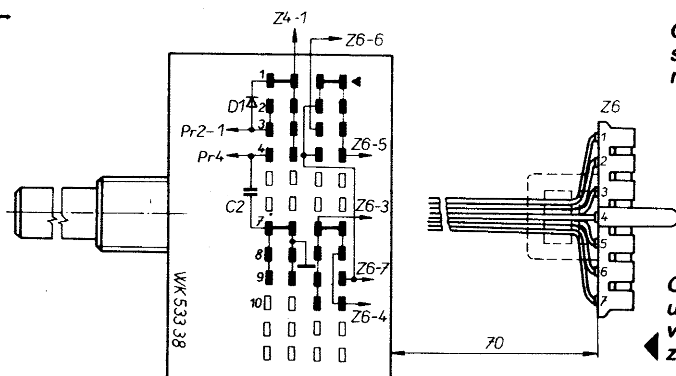
Obr. 35. Súčiastky kalibrátora: a) izolátor pre výstup kalibrátora (materiál Novodur); b) kontakt vývodu kalibrátora (materiál mosadz), kontakt sa zaskrutkuje do izolátora a s ním uchytí na panel maticou M5)



Obr. 36. Prepojenie prepínača Pr1. Prepínač je kreslený v rozvinutom stave. Trojuholníčkom je označená prvá poloha prepínača, ktorá je vyznačená tiež trojuholníčkom na zadnej strane prepínača. Prepínač treba upraviť, navrtať nový otvor pre aretačný kolík tak, aby mal prepínač 11 polôh



Obr. 37. Prepojenie Pr2. Prepínač je kreslený v rozvinutom stave. Prepojenie zo zásuvkou Z4 sa prevedie 7žilovým lepeným vodičom 0,15 mm². Čiarkovane sú vyznačené tie časti zásuvky, ktoré sa z nej odrežú



Obr. 38. Prepojenie prepínača Pr3. Súčiastky D1 a C2 sú umiestnené priamo na kontaktoch prepínača. Čiarkovane je vyznačená tá časť zásuvky, ktorá sa z nej odreže. Prepojenie zásuvky Z6 s prepínačom sa prevedie 7žilovým lepeným vodičom 0,15 mm²

Zoznam súčiastok osciloskopu

Vstupný delič

C1	100 nF, TC 218
C2, C7, C12	použiť len pri nemožnosti správne vykompenzovať delič
C3, C4, C8, C9, C13, C14	trimer 0,5 až 5 pF, WK 701 09
C5, C6, C10, C15	15 pF, TK 656
C11	330 pF, TK 794
C16	3,3 nF, TC 276
R1	47 Ω, MLT 0,25
R2	900 kΩ ± 1 %, TR 192 (MLT 0,5), výber
R3	111 kΩ ± 1 %, TR 161
R4	990 kΩ ± 1 %, TR 192 (MLT 0,5) výber
R5	10,1 kΩ ± 1 %, TR 161
R6	1 MΩ ± 1 %, TR 192 (MLT 0,5), výber
R7	1,01 kΩ ± 1 %, TR 161

Zosilňovač Y

C1	15 nF, TC 217
C2	trimer 0,5 až 5 pF, WK 701 09
C3, C6, C12	10 nF, TK 744
C4, C5	220 μF, TF 009
C7	470 nF, TC 215
C8, C9	10 pF, TK 754
C10, C13	100 μF, TE 984
C11	10 pF, TK 754
C14	150 pF, TK 794
C15	220 pF, TK 794
C16	330 pF, TK 794
C17	47 nF, TC 216
D1, D2	KA136
D3, D4	KA261
P1	2,2 kΩ, TP 110
P2	470 Ω, TP 110

Neoznačené rezistory sú typu MLT 0,25 (TR 221):

R1	1 MΩ ± 1 %, TR 192
R2	100 kΩ
R3, R4	2,2 kΩ
R5, R45, R47, R58	10 kΩ
R6	100 Ω
R7, R50	1 kΩ
R8, R9	2,1 kΩ, TR 161
R10, R13	2,7 kΩ
R11, R12, R21, R23, R28, R29	1,8 kΩ
R14	1,82 kΩ, TR 161
R15, R20	3,9 kΩ
R16	287 Ω ± 1 %, TR 161
R18	536 Ω ± 1 %, TR 161
R19, R31, R34, R37	220 Ω
R22, R24	120 Ω
R25, R39	10 Ω
R26, R42	150 Ω
R27, R30, R35, R38, R34, R44, R46, R48, R49	100 Ω

R32, R33, R36	470 Ω
R40, R41	820 Ω
R51, R53	4,7 kΩ, MLT 2
R52, R54	5,6 kΩ, MLT 2
R55	68 kΩ
R56	220 kΩ
R57	39 kΩ
R59	18 kΩ
T1, T2	BF245, párované
T3, T4	KC307
T5, T6	KC237
T7, T8, T9, T10	KSY71
T11, T12	BF257 s chladičom
T13	KC147P

zásuvka WK 180 20, 1 ks
kolík WA 459 41, 5 ks

Časová základňa

C1	10 pF, TK 754
C2, C6, C11	5 μF, TE 004
C3	2,2 μF, TE 123
C4	22 pF, TK 754
C5, C30	1 nF, TK 724
C7	6,8 μF, TE 123
C8	22 μF, TE 122
C9, C10	10 nF, TK 744
C12	150 pF, TK 774
C13	150 nF, TK 782
C14	10 μF, TE 984
C15, C17, C21, C24	39 pF, TK 754
C16, C18, C23	20 μF, TE 984
C19	100 nF, TC 215
C20	82 pF, TK 754
C22	100 μF, TE 981
C25, C28	100 nF, TK 783
C27	27 pF, TK 754
C29	4,7 μF, TE 124
C31	1 nF, TK 794
C32	1,5 nF, TK 724
C33	4,7 μF, TE 124
D1	KZ241/5V6 (KZ 260/5V6)
D2 až D8	KA206
P1	470 Ω, TP 110
P2	6,8 kΩ, TP 110
P3	4,7 kΩ, TP 110
R2	10 kΩ
R3	47 kΩ
R6, R4, R5, R8, R14, R32, R43	1 kΩ
R7, R23, R29	47 Ω
R9, R20	15 kΩ
R10, R18	220 kΩ
R11, R27, R40, R51	3,3 kΩ
R12, R34, R38, R56	2,2 kΩ
R13	2,7 kΩ
R15	1,8 MΩ
R16	56 kΩ
R17	100 kΩ
R19	470 Ω
R21	5,6 kΩ
R22, R64	12 kΩ
R24	27 kΩ
R25	1,8 kΩ
R26, R54, R59, R62	100 Ω
R28, R41, R61	22 Ω
R30	120 Ω
R31	270 Ω
R33, R47	1,2 kΩ
R35, R39, R63	560 Ω
R36	33 kΩ
R37	390 Ω
R42	680 Ω
R44	11 kΩ, TR 161
R45	6,2 kΩ, TR 161
R46	10 kΩ
R48	16,2 kΩ, TR 161
R49, R52	6,8 kΩ
R50	3 kΩ, TR 161
R53	18 kΩ
R55	4,7 kΩ
R57	180 Ω
R58	820 Ω
R60	330 Ω
T1	KF524
T2, T3, T5, T9, T10, T11, T16, T17, T4	KC237
T6, T15	KC307
T7, T8, T12, T13	KF525
T14	KSY63

zásuvka WK 180 25, 1 ks
Kolík aretačný WA 013 15, 1 ks
kolík WA 459 41, 7 ks

Súčiastky namontované na prepínačoch Pr2 a Pr4

C1	4,7 nF, TK 783
C2	10 nF, TK 783
C3	200 μF, TE 984
C4	100 μF, TE 984
C5	50 μF, TE 152
C6	20 μF, TE 154
C7	10 μF, TE 156
C8	5 μF, TE 158
C9	1 μF, TE 125 (2 ks paralelne)
C10	1 μF, TE 125
C11	470 nF, TC 215 (vybrať kapacitu 500 nF)
C12	220 nF, TC 215 (vybrať kapacitu 200 nF)
C13	100 nF, TC 215
C14	47 nF, TC 216 (vybrať kapacitu 50 nF)
C15	22 nF, TC 217 (vybrať kapacitu 20 nF)
C16	10 nF, TC 217
C17	4,7 nF, TC 218 (vybrať kapacitu 5 nF)
C18	2,2 nF, TC 237 (vybrať kapacitu 2 nF)
C19	1 nF, TC 237
C20	470 pF, TK 794
C21	20 μF, TE 984
C22	2 μF, TE 986
C23	330 nF, TC 215
C24	47 nF, TK 783
C25	4,7 nF, TK 783
D1	GA205
R1	4,7 kΩ, MLT 0,25

zásuvka WK 180 23 (2 ks, úprava viď text)

Predzosilňovač X

C1	4,7 pF, TK 656
C2	2,2 pF, TK 656
C3	220 nF, TC 215
C4	20 μF, TE 984
D1	GA205
D2	KZ260/6V2
R1	100 kΩ, MLT 0,5
R2	82 kΩ
R3	27 kΩ
R4	33 kΩ
R5	1 kΩ
R6	22 kΩ
T1	KC237

Zosilňovač X + kalibrátor

C1, C4	100 nF, TK 783
C2	10 μF, TE 992
C3	2 μF, TE 990
C5	5 μF, TE 991
C6	1 μF, TE 991
C7, C12	5 μF, TE 984
C8, C9	10 nF, TK 744
C10	100 pF, TK 754
C11	100 nF, TC 215
D1	KY130/900
D2	GA205
D3 až D7	KA206
P1	2,2 kΩ, TP 110
P2	100 kΩ, TP 110
P3	3,3 kΩ, TP 110
R1	3,3 kΩ
R2	100 Ω
R3, R5, R22, R30	3,9 kΩ
R4	3,3 kΩ
R6	61,9 kΩ, TR 163
R7	68 kΩ, MLT 1
R8, R13, R14, R17	82 kΩ, MLT 1
R9, R12	560 Ω
R10	2,2 kΩ, MLT 1
R11	2 kΩ, TR 161
R15	47 kΩ, MLT 0,5
R16	100 kΩ, MLT 0,5
R18	5,5 kΩ
R19	27 kΩ
R20	4,7 kΩ
R21, R27	20,5 kΩ, TR 161
R23	10 kΩ
R24	15 kΩ
R25	3,57 kΩ, TR 161
R26, R28	47 Ω
R29	2,2 kΩ
T1, T2	KC307
T3, T4, T5, T6	BF257
T7, T8	KSY21

zásuvka WK 180 25 — 1 ks

Obvody obrazovky

C1 až C10	1 μF, TE 993
C11	10 pF, TK 754
C12, C13	33 nF, TC 219
C14	100 nF, TC 216
C15	10 nF, TC 218
C16	2 μF, TE 992
D1 až D10	KY130/900
D11, D13	KA206
D12	GA205
P1	100 kΩ, TP 110
R1	6,8 kΩ
R2	120 kΩ, MLT 0,5
R3, R5	47 kΩ, MLT 0,5
R4	180
R6	10 MΩ, TR214
R7	27 kΩ, MLT 0,5
R8	33 kΩ, MLT 0,5
R9	18 kΩ, MLT 1
R10	100 kΩ, MLT 0,5
R11	10 kΩ, MLT 0,5
T1, T2	BF257

zásuvka 15pólová WK 180 25
kolík aretačný WA 013 15

Zdroj

C1, C3	500 μF, TE 986
C2, C4	100 μF, TF 009
C5	20 μF, TE 992
C6	10 μF, TE 992
D1 až D4	KY130/300
D5, D6	KY130/900
D7, D8	KZ260/13
R1, R3	270 Ω, MLT 0,5
R2, R4	220 Ω
R5	470 Ω, TR 224

ČÍSLICOVÁ STUPNICE + MĚŘIČ KMITOČTU S CMOS A LCD

František Andrlík, OK1DLP

V článku je popsána konstrukce přednastavitelného číslicového měřiče kmitočtu (DFM) s novými čs. obvody CMOS a displejem LCD. Použití těchto součástí umožnilo zmenšit spotřebu a tím i oteplení a rušivé vyzařování, což jsou nectnosti zapojení s dosud používanými obvody TTL.

Technické údaje

Provedení:	základní CMOS	s děličem TTL	s děličem ECL
Max. měřený kmitočet:	8 MHz	35 MHz	250 MHz.
Vstupní napětí:	viz obr. 12		
Vstupní odpor:	100 kΩ	1 kΩ	50 Ω
Rozlišení:	10 Hz	100 Hz	1 kHz.
Proudová spotřeba:	10 mA	60 mA	200 mA.
Rychlost měření:	8 měření za sekundu.		
Doba otevření hradla:	100 ms.		
Přesnost a stabilita:	lepší než 10^{-6}.		
Počet měřených míst:	max. 6.		
Napájecí napětí:	10 až 15 V (základní prov. s CMOS 4 až 15 V).		
Rozměry:	98×47×67 mm.		

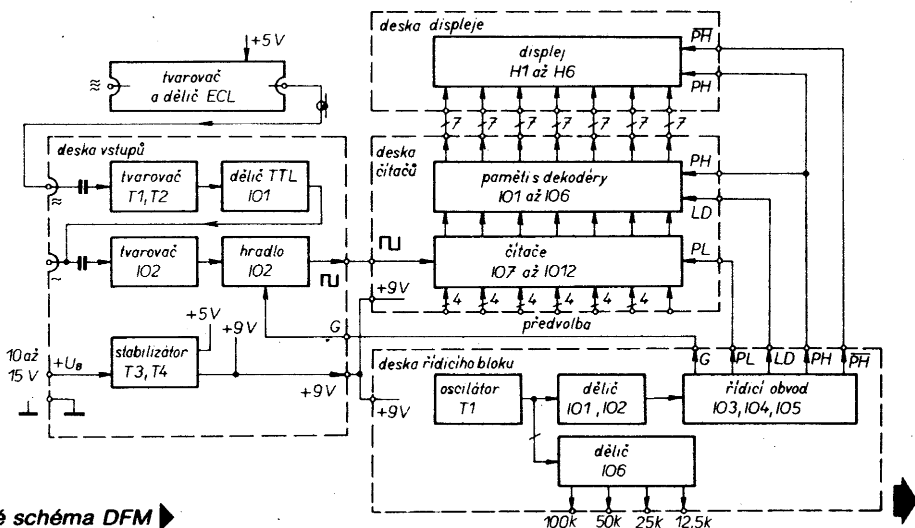
Při vývoji DFM jsem se snažil o co nejjednodušší zapojení, velmi malou spotřebu a malé rozměry této stavební jednotky. Zároveň jsem kladl důraz na univerzálnost použití a jednoduchou stavebnicovou konstrukci, aby si každý mohl vybrat optimální variantu pro dané použití. Podle předřazených vstupních děličů je možné DFM použít k měření kmitočtu až do 250 MHz, případně jako číslicovou stupnici pro transceivery KV a VKV nebo pro rozhlasové přijímače DV, SV, KV a VKV. Přednastavení čítačů umožňuje odečíst kmitočet mezifrekvence a záznějového oscilátoru. Při spolupráci DFM s různými kmitočtovými syntezátory je možné přednastavit čítače tak, aby byl přímo zobrazen kmitočet přijímaného nebo vysílaného signálu. Myslím, že se tato stavební jednotka mnoha parametry vyrovná zahraničním zapojením s obvody velké integrace jako ICL7126, ICM7217 apod., jejichž zapojení najdeme např. v [1] a [2]. Dělič deseti s mezním kmitočtem 200 až 250 MHz se sovětskými obvody ECL jsem podrobně popsal v [3], takže se o něm dále zmiňovat nebudu. Stavbu DFM zvládne pokročilejší radioamatér. Konstrukce DFM je poměrně stěsnaná, takže je nutné dbát na pečlivé pájení a vyvarovat se zkratů. Pokud jsou dobré součásti, pracuje jednotka na první zapojení bez problémů. Cena součástí nepřesáhne asi 1400 Kčs (stav z roku 1987).

Popis funkce a zapojení

Blokové schéma

Blokové schéma DFM je na obr. 1. Zapojení je podle funkce rozděleno na čtyři desky s plošnými spoji. Blokové schéma zároveň informuje o vnějším propojení mezi jednotlivými deskami.

Základem je deska čítačů, na které jsou přednastavitelné čítače, čítající po dobu otevření hradla impulsy měřeného signálu. Po uzavření hradla jsou výstupní údaje čítačů přepsány do pamětí, v nichž jsou uloženy až do ukončení následujícího měření. Deko-



Obr. 1. Blokové schéma DFM

T1	KD135
T2	KD136

zásuvka 9pólová WK 180 21

Základná doska

C1, C2	200µF, TE 984
C3	20 µF, TE 990
C4, C5	500 µF, TE 984
C6	20 µF, TE 992
C7	10 µF, TE 984
C8	20 µF, TE 984

R1	10 Ω, MLT 0,5
R2	5,6 Ω, TR 214
R3	470 Ω, TR 510
R4	15 kΩ
R5	4,7 kΩ
R6	1,2 kΩ
R7	100 Ω
R8	2,2 kΩ, MLT 0,5

kolík pod zásuvky modulov WA 459 41 — 61 ks

Sieťový transformátor

Jadro EI 25 × 32, drôt CuL.

I	— 1560 z, ø 0,224 mm
IIa	— 720 z, ø 0,132 mm
IIb	— 116 z, ø 0,28 mm
IIc	— 116 z, ø 0,28 mm
IId	— 720 z, ø 0,15 mm
IIe	— 515 z, ø 0,1 mm
IIf	— 450 z, ø 0,1 mm
IIg	— 230 z, ø 0,1 mm
III	— 50 z, ø 0,5 mm

Súčiastky uchytené na predný a zadný panel

C1	100 nF, TC 218
P1	6,8 kΩ, lin., TP 052c 20E
P2	50 kΩ, lin., TP 160 20A
P3	68 kΩ, lin., TP 052c 20E
P4	5 kΩ, lin., TP 160 20A
P5	4,7 kΩ, lin., TP 052c 20E
R1	1 MΩ, MLT 0,25
R2	390 kΩ, MLT 2

Pr1	WK 533 43
Pr2	WK 533 38
Pr3	WK 533 38
Pr4	WK 533 52
S1	031 525/917 (posuvný prepínač

gombík ø 12 šedý na osku ø 4 mm WF 243 04, 3 ks

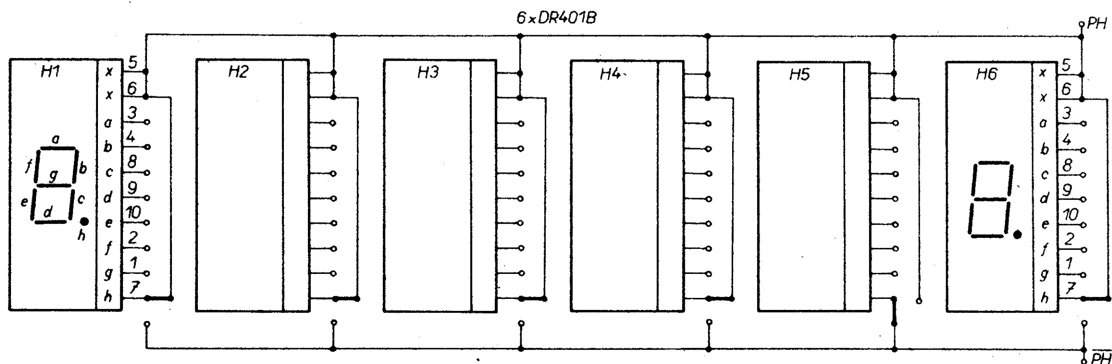
gombík ø 12 šedý na osku ø 3 mm WF 243 03, 3 ks

gombík ø 12 červený na osku ø 3 mm WF 243 05, 1 ks

gombík valcový priechodzí WF 243 21, 1 ks

Použitá literatúra

[1] Télévision. November 1969, s. 276 až 281.
[2] Amatérske radio A, č. 5/1982, s. 172 až 176.
[3] Sdělovaci technika č. 11/1966, s. 417.
[4] Amatérske radio A, č. 6/1984, s. 212 až 215.



Obr. 2. Schéma zapojení desky displeje

déry převádějí údaje z výstupů pamětí a ovládají zobrazení segmentů displeje. Displej LCD je umístěn na desce displeje. Všechny signály nutné pro řízení činnosti DFM jsou odebírány z desky řídicího bloku. Tyto signály jsou odvozeny od kmitočtu krystalového oscilátoru vydělením v děličích a zpracováním v řídicím obvodu. Na výstupu jsou již v patřičných časových délkách a pořadích. Před každým měřením se výstupy čítačů nastaví podle předvolby kladným impulsem PL. Poté následuje otevření hradla přechodem signálu G na úroveň L, čítání vstupních impulsů čítači a uzavření hradla přechodem signálu G na úroveň H. Pak následuje přepis výstupního stavu čítačů do pamětí kladným impulsem LD a obsah pamětí je dekódován a zobrazen na displeji (viz obr. 13). Tato činnost se neustále opakuje. Signál PH ovládá stav výstupních spínačů dekodérů a $\overline{PH}$ slouží k napájení displeje. Na desce vstupů je hradlo, jež je otevíráno signálem G. Výstup hradla je spojen se vstupem čítačů a na druhý vstup hradla je přiveden vytvarovaný měřený signál. Pro zvýšení mezního kmitočtu DFM je možné předřadit dělič deseti s obvodem TTL s příslušným tvarovačem vstupního signálu. Pro napájení celé jednotky jsou na desce vstupů umístěny dva jednoduché stabilizátory. Při použití děliče ECL je jeho výstup spojen se vstupem tvarovače děliče TTL.

Deska displeje

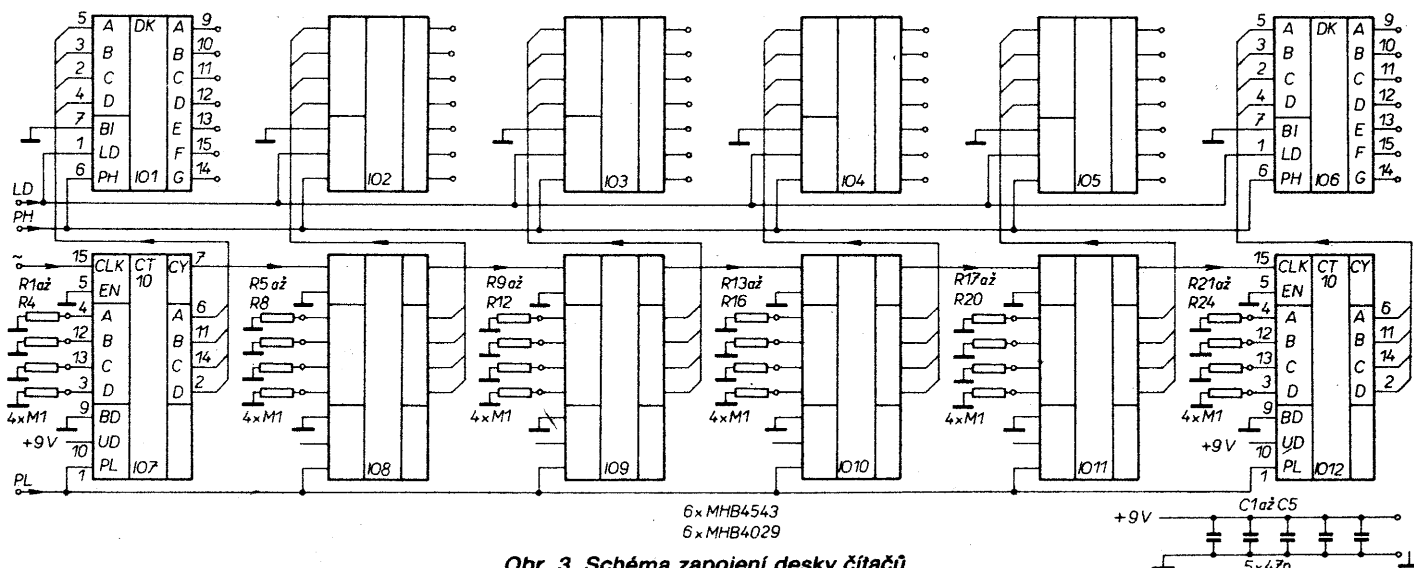
Schéma zapojení je na obr. 2 a deska s plošnými spoji na obr. 7. Na desce jsou jen číslicovky displeje LCD. Jejich počet je možno volit podle použití DFM, maximálně jich může být šest. Displej je napájen signálem PH, přivedeným na společné elektrody číslicovek, označené X. Jednotlivé segmenty označené A až G jsou přímo spojeny s příslušnými vývody dekodérů. Pokud chceme zobrazit desetinnou tečku, což je segment označený H, nebo trvale zobrazit některé jiné číslice, spojíme příslušné segmenty s výstupem signálů $\overline{PH}$. V žádném případě nenecháme některé segmenty nepřipojené, protože stačí slabé elektrické pole a nepřipojené segmenty se mohou „rozsvítit". To se týká hlavně nezobrazených desetinných teček, které spojíme s výstupem signálu PH, aby měly oproti společné elektrodě stejný potenciál. Ve vývojovém vzorku jsem použil číslicovky DR401, ke kterým není běžně dodávána vhodná objímka. Protože na kontaktové plochy těchto číslicovek nelze pájet, zvolil jsem náhradní řešení. Vyrábí se však již nový typ číslicovky LCD s označením DR401B, který má pájitelné vývody. Deska s plošnými spoji je již určena pro tyto nové číslicovky, které se osazují a pájejí podobně jako integrované obvody. Naše číslicovky LCD mají poněkud neestetické okraje, které nejde bohužel překrýt např. organickým sklem tmavší barvy jako u displejů s LED. Řešením by bylo použít několikamístný displej LCD. Podle informace výrobce se však jeho výroba v dohledné době neplánuje (snad kromě pětimístného typu 5DT801, který má zbytečně velké rozměry a je v transmisním provedení — stav v roce 1986). Pokud stačí zobrazit menší počet míst, je možno použít 3 1/2místný displej typu 4DR821B apod. Displeje z kapesních kalkulátorů většinou pro dané zapojení použít nelze, protože jsou určeny pro multiplexní provoz a nemají vyvedeny samostatně všechny vývody.

Deska čítačů

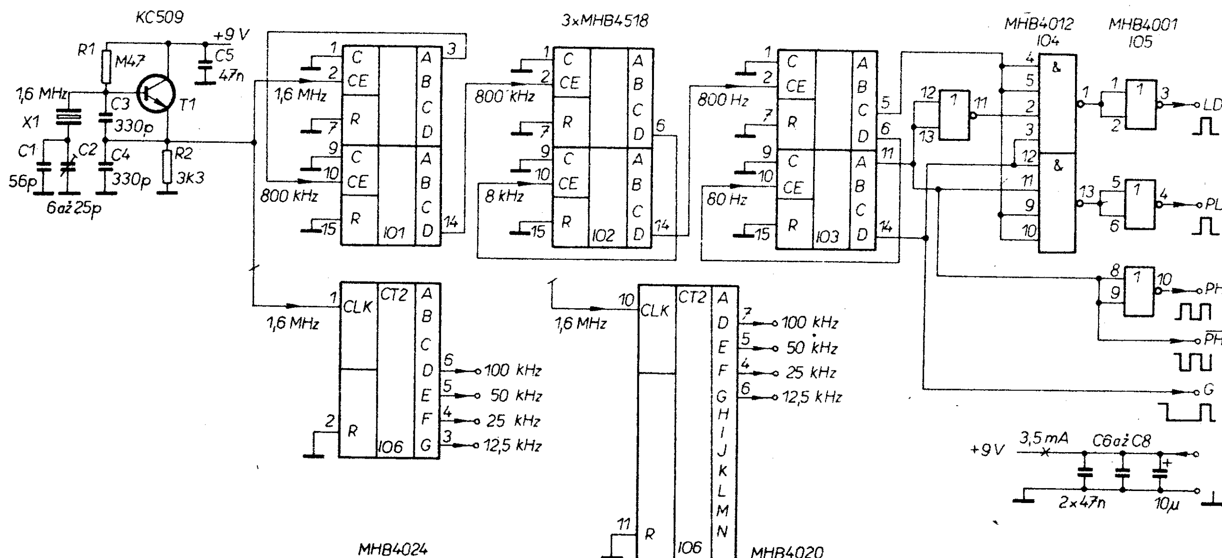
Schéma zapojení této desky je na obr. 3 a dvoustranná deska s plošnými spoji je na obr. 8. Bližší informace o činnosti použitých integrovaných obvodů najdeme v [4] a [5].

Přednastavitelné čítače IO7 až IO12 pracují v asynchronním režimu a čítají impulsy přivedené na vstup CLK (s jejich náběžnou hranou). Průchod impulsů čítači je umožněn přivedením úrovně L na vstup blokování čítání, EN. Předvolba je nezávislá na vstupních impulsech a data ze vstupů předvolby se přepisují na výstupy impulsem úrovně H, přivedeným na vstup pro přepis dat předvolby PL. Všechny vstupy předvolby jsou drženy na úrovni L rezistory R1 až R24. Jestliže je DFM použit jako měřič kmitočtu bez nutnosti přednastavení, není třeba na tyto vstupy připojovat žádný signál, protože jsou všechny dekády přednastaveny na nulu. Chceme-li přednastavit určité číslo, spojíme příslušný vstup předvolby s kladným napájecím napětím, tj. s úrovní H. Toto číslo se nastavuje v kódu BCD. Jestliže je nutné měnit nastavení předvolby, např. při změně pásem u KV zařízení, vedou se vodiče od příslušných vstupů předvolby na přepínač pásem. Abychom zabránili rušení „směrem do zařízení", ale i „směrem do DFM", vyvedeme vstupy předvolby přes průchodkové kondenzátory asi 10 nF. Bude-li předvolba nastavena pevně, propojí se příslušné vstupy přímo na desce.

Úrovní L na vstupu volby binárního nebo dekadického čítání je zvoleno dekadické čítání a při úrovni H na vstupu



Obr. 3. Schéma zapojení desky čítačů



Obr. 4. Schéma zapojení desky řídicího bloku (s krystalem 1,6 MHz)

volby směru čítání čítají čítače směrem nahoru. Výstup přenosu CY je spojen se vstupem CLK následujícího čítače. Přenos CY je na úrovni H a na úroveň L se překlopí při naplnění čítače. Výstupy čítačů jsou spojeny s příslušnými vstupy pamětí a dekodérů IO1 až IO6. Tyto integrované obvody obsahují paměti vstupních dat, dekodéry kódu BCD na sedmisegmentový a výstupní spínače. Signál na vstupu blokování paměti, LD, řídí průchod dat paměťmi. Při úrovni H na tomto vstupu prochází údaj ze vstupu paměti na výstup a při úrovni L zůstává předcházející údaj v paměti uchován. Příchodem kladného impulsu na vstup blokování paměti, LD, se tedy obsah čítačů přepíše do pamětí a zůstává v nich po dobu následujícího měření. Teprve dalším impulsem LD se může změnit obsah pamětí a tím i údaj na displeji.

Ze vstupu BI je ovládán dekodér. Je-li na tomto vstupu úroveň H, je zobrazení na displeji blokováno. Při úrovni L je umožněna funkce dekodéru a tím i zobrazení čísel. Tento vstup slouží hlavně pro potlačení nevýznamných nul, čehož není v našem případě využito.

Signál přivedený na vstup PH ovládá přepínání výstupních spínačů a mění tak napěťovou úroveň výstupů. Při použití displeje LCD se na vstup PH a na společný vývod displeje X přivede signál strobovacího kmitočtu 20 až 200 Hz. V našem případě je to 40 Hz se střídou 1:1. Jestliže má být segment displeje LCD zobrazen, obracejí výstupní spínače fázi signálu přivedeného na vstup PH. Protože signál PH je zároveň přiveden na společný vývod displeje LCD, jsou oba signály na jeho elektrodách v protifázi a na displeji je střídavé napětí s nulovou stejnosměrnou složkou, jehož mezivrcholová velikost je rovna dvojnásobku napájecího napětí. Jestliže segment nemá být zobrazen, střídavé napětí na elektrodách je ve fázi (výstupní spínače nyní fázi neobracejí) a napěťový rozdíl je nulový. Toto zapojení umožňuje napájet displej LCD střídavým napětím bez stejnosměrné složky (není třeba použít oddělovací kondenzátory v přívodu ke každému segmentu, jak bylo uvedeno v [6]). Napájení displeje LCD střídavým napětím je nutné pro zachování jeho dlouhé doby života.

Průběhy napětí při spínání displeje jsou pro názornost na obr. 14.

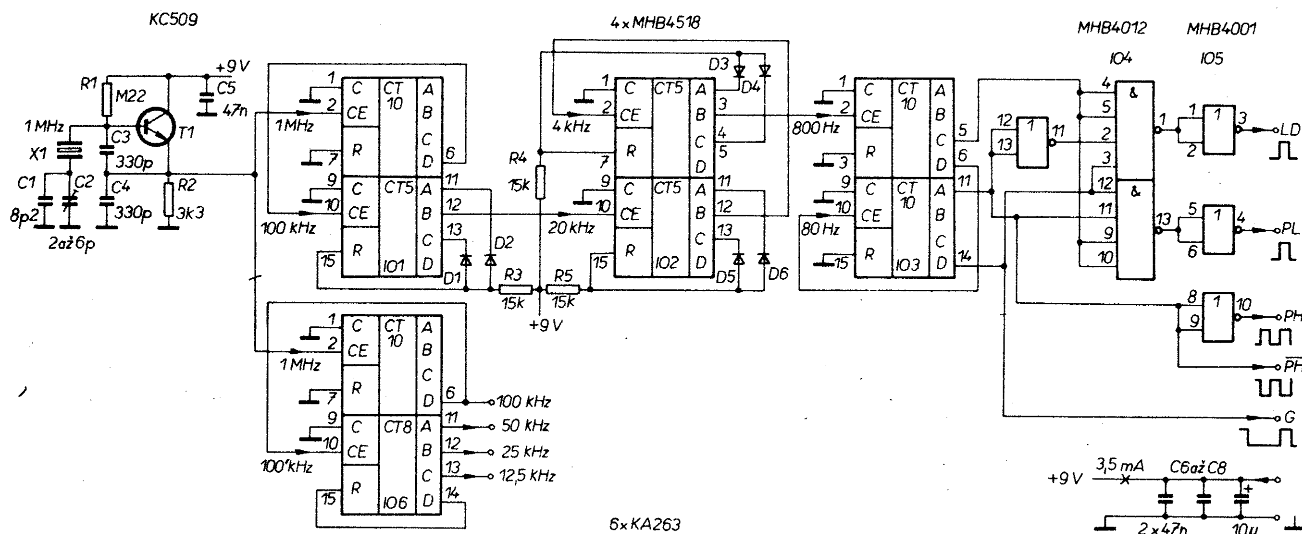
Napájecí napětí je na této desce blokováno kondenzátory C1 až C5. Pro informaci byl u několika IO měřen mezní kmitočet, který jsou schopny čítače MHB4029 zpracovat — kmitočet závisí na napájecím napětí a je asi 4 MHz při napájení 5 V, 8 MHz při 10 V a 9 MHz při 15 V. Se zvyšujícím se kmitočtem se zvětšuje odebíraný proud a při mezních kmitočtech je u jednoho IO asi 2 mA při napájení 5 V, 12 mA při 10 V a až 30 mA při napájení 15 V. Nejvyšší kmitočet zpracovává první čítač (IO7) a na něm tedy závisí mezní kmitočet DFM. Při měření IO však nebyly zjištěny podstatné rozdíly, takže není nutné obvody vybírat a mezní kmitočet bude vždy vyšší než 8 MHz při napájení 9 V.

Deska řídicího bloku

Zapojení desky s krystalem 1,6 MHz je na obr. 4 a dvoustranná deska s plošnými spoji je na obr. 9. Zapojení s krystalem 1 MHz je na obr. 5 a deska s plošnými spoji na obr. 10. Obě varianty řídicího bloku se odlišují kmitočtem krystalu v oscilátoru. Je samozřejmé možné použít i krystaly jiných kmitočtů a podle nich upravit dělicí poměry následujících děličů. Navržené varianty jsou však nejvhodnější co do jednoduchosti. Při použití krystalů vyšších kmitočtů by bylo nutné použít více děličů a musela by se upravit deska s plošnými spoji. Nutno ještě připomenout, že kmitočet krystalu může být maximálně 7 MHz, protože děliče CMOS nejsou schopny zpracovat vyšší kmitočty. Zapojení řídicího bloku lze rozdělit na několik částí. Jsou to oscilátor, děliče a řídicí obvod.

Oscilátor

Přesnost DFM je závislá na přesnosti a stabilitě krystalového oscilátoru. S běžnými krystaly bez použití teplotní



Obr. 5. Schéma zapojení desky řídicího bloku (s krystalem 1 MHz)

kompenzace a bez termostatování lze dosáhnout přesnosti řádu 10^{-6}. Proto také nemá cenu volit větší počet měřených míst než šest, což jistě pro mnoho aplikací vyhoví. Na stabilitu kmitočtu má vliv kvalita krystalu a součástí oscilátoru. Z vnějších vlivů je to hlavně teplota okolí. Dlouhodobá stabilita kmitočtu se zajistí výběrem vhodného zapojení oscilátoru, v němž není krystal výkonově přetěžován a nedochází k jeho mechanické únavě. Na přesnost má též vliv stárnutí součástí i krystalu a proto je vhodné pravidelně asi po roce kontrolovat přesnost čítačem s vyšší třídou přesnosti.

Zvolil jsem jednoduché a osvědčené zapojení oscilátoru s jedním tranzistorem, v němž krystal kmitá v paralelní rezonanci. Velká kapacita kondenzátorů děliče mezi bází a emitorem má výhodu v tom, že se minimálně projevují změny mezielektrodových kapacit aktivního prvku, ke kterým dochází při změně pracovního bodu (při změně napájecího napětí). Oscilátor je též minimálně ovlivňován změnou parametrů následujícího stupně, takže byl vypuštěn i běžně používaný oddělovací stupeň. Standardní kapacita paralelního zatěžovacího kondenzátoru krystalu bývá asi 30 pF (10 až 70 pF). Tuto kapacitu představuje sériové spojení obou kondenzátorů děliče. Jelikož tato výsledná kapacita dosahuje stovek pF, je na uvedenou velikost zmenšena kondenzátorem, zapojeným do série s krystalem. Tímto kondenzátorem se zároveň nastavuje oscilátor na jmenovitý kmitočet. Kondenzátory děliče mohou dosahovat kapacity až 1000 pF, při větší kapacitě bývá oscilátor již tak zatížen, že přestává kmitat (platí pro kmitočty kolem 1 MHz). Se zvětšující se kapacitou kondenzátorů děliče se kmitočet oscilátoru snižuje a naopak. Kondenzátor zapojený v sérii s krystalem je vhodné rozdělit na pevný kondenzátor a trimr tak, aby nastavení kmitočtu bylo dostatečně jemné. V zapojení jsem vyzkoušel tři typy krystalů. Nejprve jsem spojil spodní vývod krystalu se zemí a změřil rezonanční kmitočet — musí být nižší než jmenovitý, protože sériovým kondenzátorem se kmitočet zvyšuje. Čím menší je kapacita sériového kondenzátoru, tím vyšší je kmitočet oscilátoru a naopak. Při zmenšení sériové kapacity pod určitou velikost (pro krystaly těchto kmitočtů asi pod 5 pF) přestává oscilátor kmitat, protože se velmi zmenší vazba oscilátoru s krystalem.

První krystal byl ze stanice RM31, označený K1, jež bývá nejvíce dostupný. Bez sériového kondenzátoru a při kapacitě kondenzátorů děliče 330 pF kmital na kmitočtu 999,716 kHz. Při zapojení paralelní kombinace pevného kondenzátoru 8,2 pF a trimru 2 až 6 pF do série s krystalem bylo možno nastavit kmitočet od 999, 974 do 1000,060 kHz. Po nastavení na jmenovitý kmitočet 1000,0 kHz byla změřena závislost kmitočtu oscilátoru na napájecím napětí. Tato změna byla menší než 1 Hz při změně napájení od 5 do 15 V. Tento krystal je vhodný, neboť je časově „vystárlý“.

Druhý krystal byl ve velkém kovovém pouzdru KK2/30, měl jmenovitý kmitočet 1000,0 kHz (dodáván do specializovaných prodejen TESLA). Tento krystal kmital bez sériového kondenzátoru na kmitočtu 1000,17 kHz. Sériovým kondenzátorem by se jeho kmitočet ještě více zvyšoval. Kmitočet bylo možno mírně snížit zvětšením kondenzátorů děliče na 820 pF, při dalším zvětšování kapacity však oscilátor přestával kmitat. Zařazením cívky do série s krystalem (sériovou indukčností se kmitočet krystalu snižuje) jsem též nedosáhl potřebného snížení kmitočtu a při zvětšování indukčnosti začal oscilátor kmitat na kmitočtu, který je dán indukčností cívky a kapacitami obvodu. Z toho vyplývá, že jde o velmi kvalitní krystal a jmenovitý kmitočet je jeho sériovou rezonancí, takže je nutné použít jiné zapojení oscilátoru. V tomto oscilátoru pracoval v paralelní rezonanci a ta je vždy vyšší než rezonance sériová.

Poslední krystal byl shodného provedení jako předchozí a jeho jmenovitý kmitočet byl 1599,4 kHz. Bez sériového kondenzátoru kmital na kmitočtu 1599,616 kHz a s paralelní kombinací pevného kondenzátoru 56 pF a trimru 6 až 25 pF v rozmezí 1599,60 až 1601,20 kHz. Měření závislosti kmitočtu oscilátoru na napájecím napětí potvrdilo stejnou stabilitu jako u krystalu K1. Protože je výhodné, aby při použití DFM jako číslicové stupnice nespadal harmonický kmitočet oscilátoru do pásma mezifrekvence, která bývá 9,0 nebo 10,7 MHz, rozhodl jsem se pro krystal naposled uvedený, nastavený na jmenovitý kmitočet 1600,0 kHz. Jinak mohu doporučit K1 z RM31, případně i jiné krystaly od 0,5 do 7 MHz (pak je nutné změnit dělicí poměr následujícího děliče). Články zabývající se krystalovými oscilátory jsou v [7], [8] a [10]. Oscilátor s termostatováním a třídou přesnosti 10^{-8} je podrobně popsán v [9].

Součásti oscilátoru by měly být kvalitní. Kondenzátory jsou polštářkové keramické s mírným záporným teplotním součinitelem (hmota NO47 s označením J). Trimry jsou též keramické, výroby NDR, které se objevují i v prodejnách TESLA. Rezistory jsou miniaturní metalizované. Tranzistor v oscilátoru by měl mít větší proudový zesilovací činitel. Kovové pouzdro krystalu je vodivě spojeno se zemním plošným spojem. Z měření vyplývá, že není nutné použít k napájení oscilátoru stabilizované napětí. Kmitočet oscilátoru nastavujeme po delší době provozu při pokojové teplotě 20 °C. Pro lepší představu o změně kmitočtu v závislosti na teplotě okolí je možné změřit kmitočet oscilátoru umístěného do lednice při teplotě kolem —10 °C a v elektrické troubě vyhřáté asi na 50 °C.

Děliče

K dělení signálu oscilátoru slouží dvojité desítkové čítače IO1, IO2 a IO3 typu MHB4518, překlápějící s týlem vstupních impulsů, přivedených na vstup CE. Vstup C je na úrovni L. Z výstupů čítače IO3 je řízen výstupní kombinační obvod. U varianty s krystalem 1,6 MHz není početní cyklus čítačů zkracován (nulovací vstupy R jsou na úrovni L). U varianty s krystalem 1 MHz je dělicí poměr tří čítačů zmenšen na 5. Pomocí součinového členu z diod D1 až D6 a rezistorů R3 až R5 se zkracuje čítací cyklus. Stejným způsobem lze nastavit libovolný dělicí poměr děličů při použití krystalu s jiným kmitočtem. Čítač IO6 dělí kmitočet oscilátoru na 100 kHz, 50 kHz, 25 kHz a 12,5 kHz (střída 1:1). Na místě IO6 lze použít i binární čítače jako sedmistupňový MHB4024 nebo čtrnáctistupňový MHB4020. Dělič IO6 osadíme jen tehdy, budeme-li používat výstupní kmitočty jako referenční pro fázově řízené oscilátory (PLL) kanálových kmitočtových ústředen.

Řídicí obvod

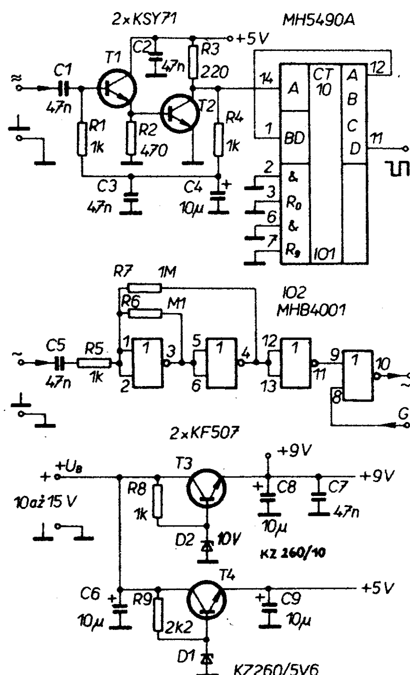
Signály z výstupů C a D předposledního čítače a A a D posledního čítače jsou přivedeny do kombinačního obvodu z hradel IO4, MHB4012 a invertorů IO5, MHB4001. Na výstupu řídicího obvodu jsou již k dispozici signály potřebné pro řízení DFM (obr. 13). Tento obvod je velice jednoduchý a má výhodu v tom, že zachovává stálý časový poměr mezi výstupními signály. Můžeme tak volit i jinou délku doby otevření hradla a řízení DFM zůstane shodné bez nutnosti měnit zapojení řídicího obvodu. Budeme-li chtít změnit dobu otevření hradla, změní se pouze kmitočet signálu vstupujícího do předposledního čítače. Např. při otevření hradla na dobu 1 s (což je doba 10× delší) změní se tento kmitočet z 800 na 80 Hz. Jinou dobu otevření hradla použijeme také tehdy, jestliže předřadíme dělič s jiným dělicím poměrem než je 10 nebo 100, např. předřadíme-li dělič ECL s poměrem 1:4 a následující dělič TTL s poměrem 1:10. Aby číselný údaj DFM odpovídal kmitočtu vstupního signálu, musí být doba otevření hradla též násobena 4, tj. 400 ms nebo i 40 ms. Mění se však rozlišovací schopnost a je nutné upravit polohu desetinné tečky displeje. Podobným způsobem je nutné upravit dobu otevření hradla, měří-li se kmitočet oscilátoru, který je násoben.

Při použití DFM jako číslicové stupnice je též nutno brát v úvahu rychlost měření, aby se údaj stupnice měnil rovnoměrně s laděním a neopožďoval se. Čas otevření hradla 100 ms a dalších 25 ms nutných pro řízení DFM dává celkovou dobu jednoho měřicího cyklu 125 ms. Tomu odpovídá osm měření za sekundu, což vyhovuje i při rychlém přelaďování. Při otevření hradla na dobu 100 ms je rozlišovací schopnost DFM 10 Hz. Rozlišení se úměrně zmenšuje s dělicím poměrem předřazené děličky. S děličem TTL 1:10 je to 100 Hz a jestliže se předřadí ještě dělič ECL, je celkový dělicí poměr 1:100 a rozlišení 1 kHz.

Napájecí napětí je na této desce blokováno kondenzátory C5 až C8, ty mohou být libovolného provedení, C8 je tantalový, ale není to nutné. Rezistory jsou jakékoli miniaturní a diody jakékoli křemíkové KA . . . . O součástech oscilátoru již bylo napsáno. Na této desce není třeba nic nastavovat, kromě kmitočtu oscilátoru. Po sestavení je vhodné zkontrolovat průběhy výstupních signálů osciloskopem (nejlépe dvoukanálovým).

Deska vstupů

Schéma zapojení je na obr. 6 a jednostranná deska s plošnými spoji je na obr. 11. Hradlo čítače je jedno z hradel IO2 MHB4001, otevírané signálem G. Výstup tohoto hradla je spojen se vstupem čítače a na druhý vstup hradla je přiváděn vytvarovaný vstupní signál, který je zesílen a tvarován v tvarovači ze zbývajících tří hradel IO2, zapojených jako invertory. První dva mají předpětí nastavené rezistory R6 a R7, takže pracují v lineárním režimu a signál zesilují. Vstup tvarovače je oddělen kondenzátorem C5. Zapojení je velice jedno-



Obr. 6. Schéma zapojení desky vstupů

duché s minimálním požadavkem na odběr proudu.

Pro zvýšení mezního kmitočtu je na tuto desku ještě umístěn dělič TTL s obvodem IO1. Jde o běžný desítkový čítač, jež má předřazen jednoduchý tvarovač s tranzistory T1 a T2. Tranzistor T1 je zapojen jako emitorový sledovač, z jehož emitoru je na malé impedanci vázán zesilovač s tranzistorem T2. Oba tranzistory jsou stejnosměrně vázány, takže nastavení jejich pracovního bodu se nemění s teplotou. Výstup IO1 je spojen se vstupem tvarovače IO2. Proudová spotřeba děliče TTL je asi 50 mA, takže tuto část osadíme jen v případě, že chceme měřit kmitočty vyšší než 8 MHz.

Na desce jsou ještě dva jednoduché stabilizátory napětí s tranzistory T3 a T4. K napájení děliče TTL je použito napětí 5 V a pro obvody CMOS je určeno napětí 9 V.

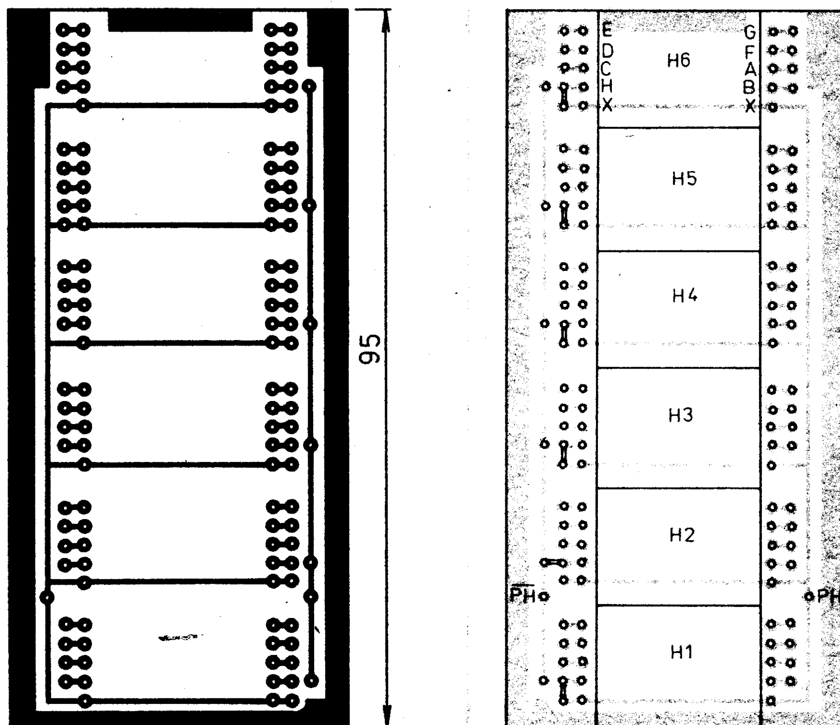
Obvody na desce vstupů pracují na první zapojení a není třeba nic nastavovat. Můžeme zkontrolovat napětí stabilizátorů a změřit závislost vstupní citlivosti na kmitočtu. Tato závislost je na obr. 12. Je-li vstupní signál přiváděn delším souosým kabelem, je vhodné přizpůsobit vstupní odpor tvarovačů jmenovité impedanci kabelu. Toho dosáhneme paralelním připojením rezistoru 56 nebo 75 Ω ke vstupu tvarovače (ještě před oddělovací kondenzátor).

Časové průběhy řídicích signálů jsou na obr. 13.

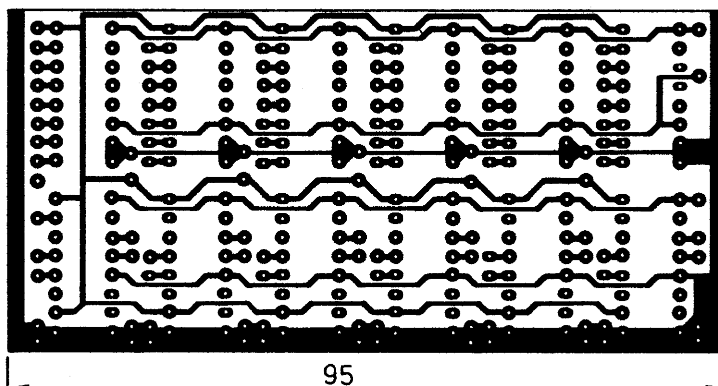
Rezistory jsou jakékoli miniaturní, kondenzátory polštářkové keramické (nepoužívat typy TK 782 a TK 783, označené Nn a Nq, které se hodí maximálně do kmitočtu 1 až 2 MHz). Elektrolytické kondenzátory jsou tantalové kapkové. Tranzistory T1 a T2 jsou co nejrychlejší spínací. IO1 je pro jistotu z řady MH54.., která má zaručeny nejlepší parametry a IO dosahují mezního kmitočtu až 40 MHz. Není to však nutné — stačí i MH7490A. Tranzistory T3 a T4 mohou být libovolné n-p-n s výkonovou ztrátou kolem 1 W a jsou opatřeny vějířovými chladiči.

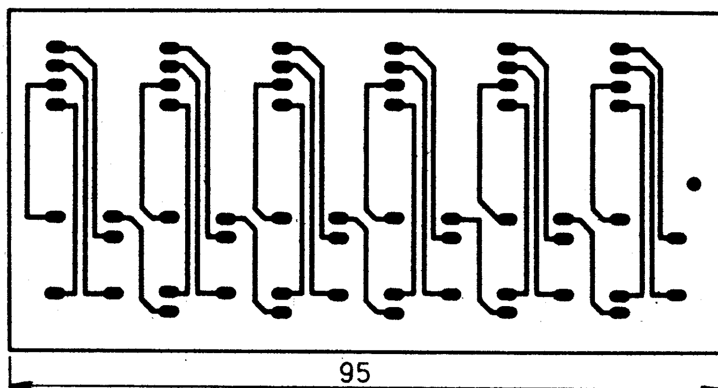
Mechanická sestava

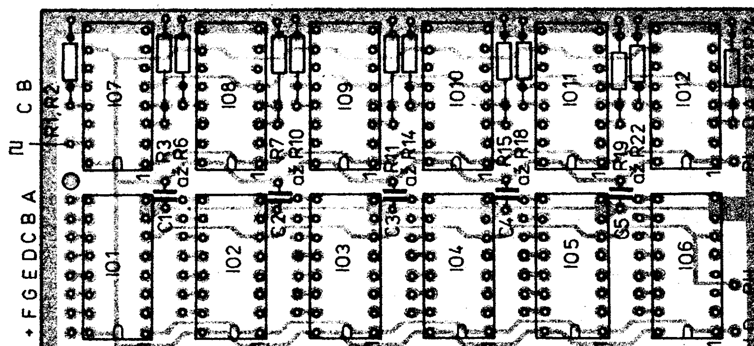
DFM je sestaven na čtyřech deskách s plošnými spoji jednotného rozměru



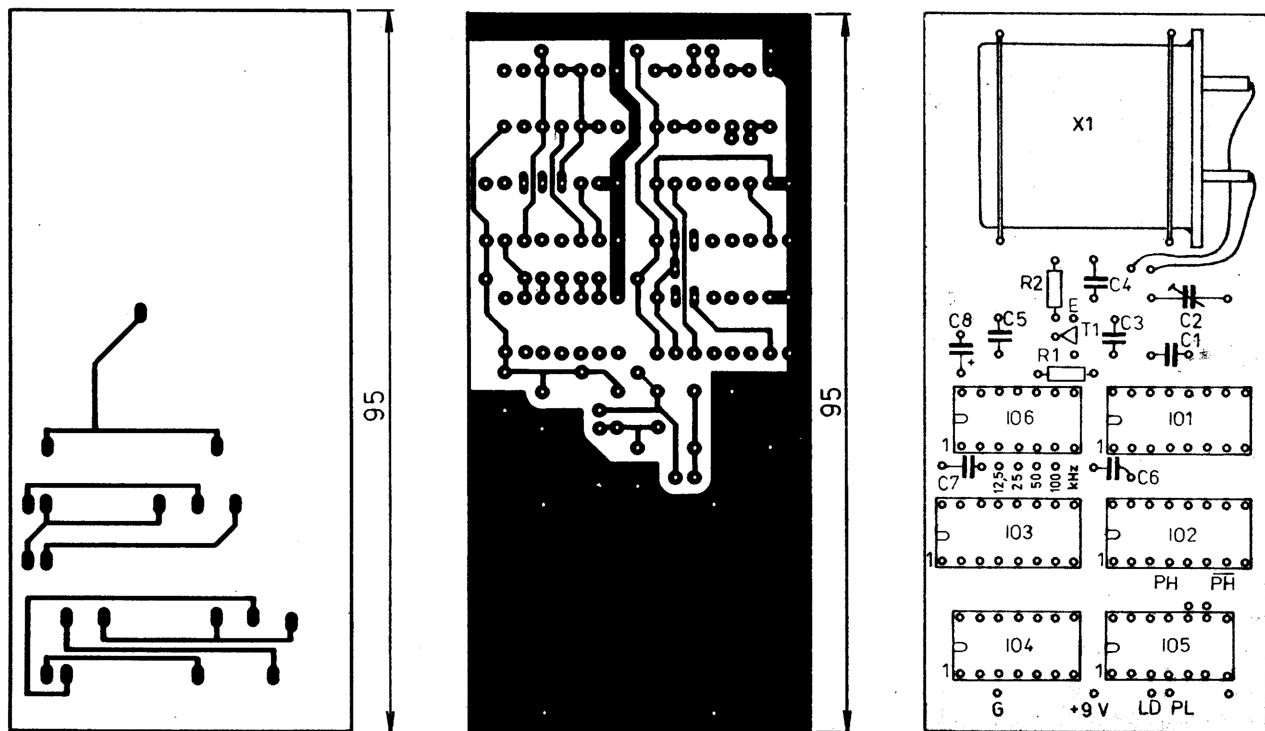
Obr. 7. Deska s plošnými spoji V318 displeje



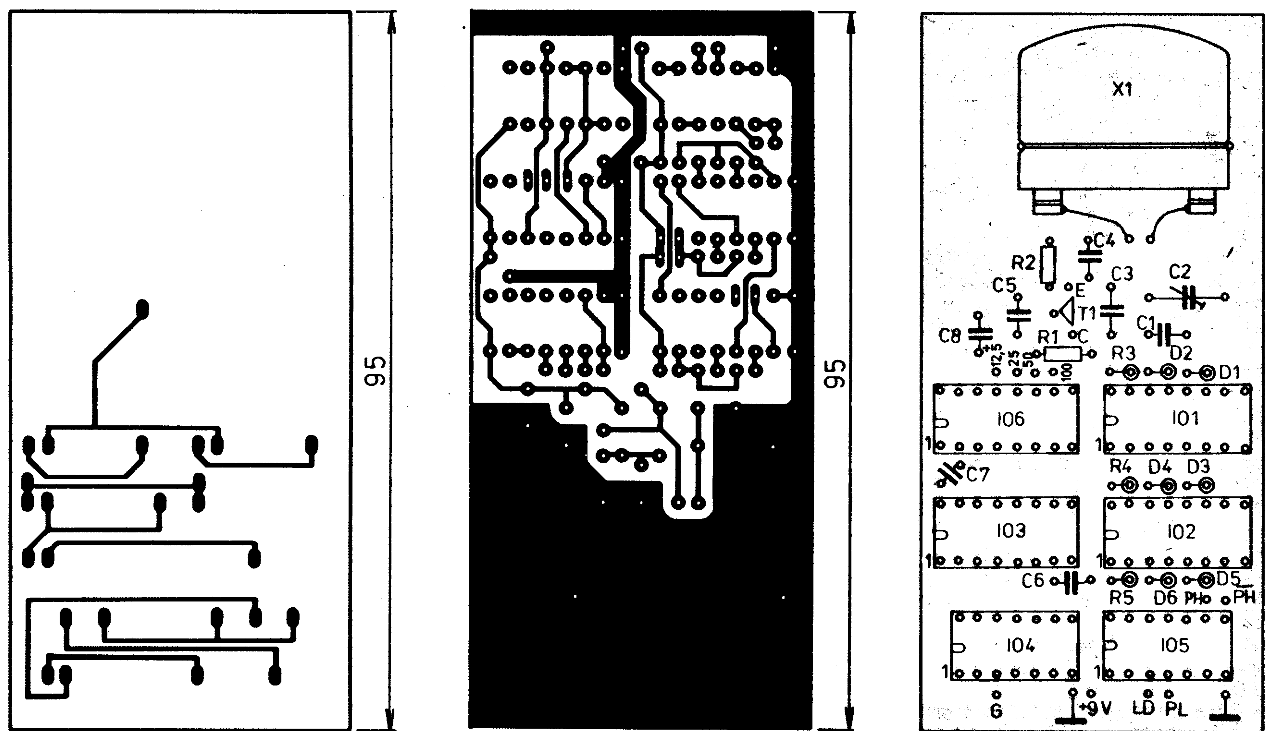




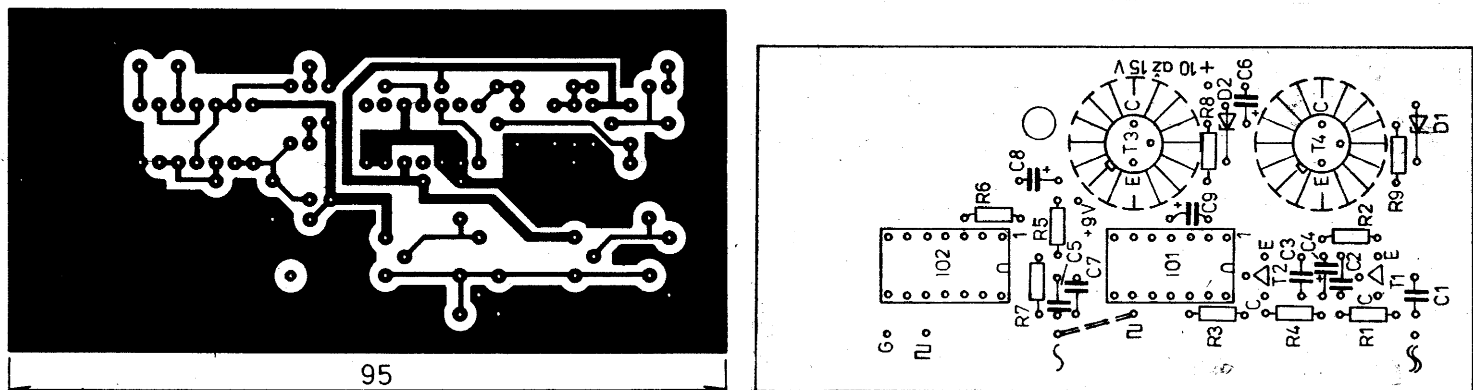
Obr. 8. Deska s plošnými spoji V319 čítačů



Obr. 9. Deska s plošnými spoji V320 řídicího bloku (s krystalem, 1,6 MHz)



Obr. 10. Deska s plošnými spoji V321 řídicího bloku (s krystalem 1 MHz)



Obr. 11. Deska s plošnými spoji V322 vstupů

Seznam součástí

Deska displeje

Číslicovky

H1 až H6 6 ks, DR401B

Deska čítačů

Integrované obvody

IO1 až IO6 6 ks, MHB4543

IO7 až IO126 ks, MHB4029

Rezistory

R1 až R24 24 ks, 100 kΩ (22 až 470 kΩ), TR 191 (MLT 0,125)

Kondenzátory

C1 až C5 5 ks, 47nF (22 až 100 nF), TK 764 (TK 782)

Deska řídicího bloku (s krystalem 1,6 MHz)

Integrované obvody

IO1 až IO3 3 ks, MHB4518

IO4 1 ks, MHB4012

IO5 1 ks, MHB4001

IO6 1 ks, MHB4024 (MHB4020) možno vypustit

Tranzistory

T1 1 ks, KC509 apod.

Rezistory

R1 1 ks, 470 kΩ (390 až 560 kΩ) TR 191 (MLT 0,125)

R2 1 ks, 3,3 kΩ (2,7 až 3,9 kΩ), TR 191 (MLT 0,125)

Kondenzátory

C1 1 ks, 56 pF (47 až 82 pF), TK 754

C2 1 ks, 6 až 25 pF keramický trimr (NDR)

C3, C4 2 ks, 330 pF (220 až 680 pF), TK 754

C5 až C7 3 ks, 47 nF (22 až 100 nF), TK 764 (TK 782)

C8 1 ks, 10 µF (4,7 až 22 µF), TE 133

Krystal

X1 1 ks, 1,6 MHz

Deska řídicího bloku (s krystalem 1 MHz)

Integrované obvody

IO1 až IO3, IO6 4 ks, MHB4518

IO4 1 ks, MHB4012

IO5 1 ks, MHB4001

Tranzistory

T1 1 ks, KC509 apod.

Diody

D1 až D6 6 ks, KA263 apod.

Rezistory

R1 1 ks, 220 kΩ (180 až 270 kΩ), 270 kΩ), TR 191 (MLT 0,125)

R2 1 ks, 3,3 kΩ (2,7 až 3,9 kΩ), TR 191 (MLT 0,125)

R3 až R5 3 ks, 15 kΩ (10 až 100 kΩ), TR 191 (MLT 0,125)

Kondenzátory

C1 1 ks, 8,2 pF, TK754

C2 1 ks, 2 až 6 pF, keramický trimr (NDR)

C3, C4 2 ks, 330 pF (220 až 680 pF), TK 754

C5 až C7 3 ks, 47 nF (22 až 100 nF), TK 764 (TK 782)

C8 1 ks, 10 µF (4,7 až 22 µF), TE 133

Krystal

X1 1 ks, 1,0 MHz (K1 z RM31)

Deska vstupů

Integrované obvody

IO1 1 ks, MH5490A (MH7490A, MH8490A)

IO2 1 ks, MHB4001

Tranzistory

T1, T2 2 ks, KSY71

T3, T4 2 ks, KF507 apod.

Diody

D1 1 ks, KZ260/5V6

D2 1 ks, KZ260/10

Rezistory (TR 191, MLT 0,125)

R1, R4, R5, R8 4 ks, 1 kΩ (1,2 kΩ)

R2 1 ks, 470 kΩ

R3 1 ks, 220 kΩ

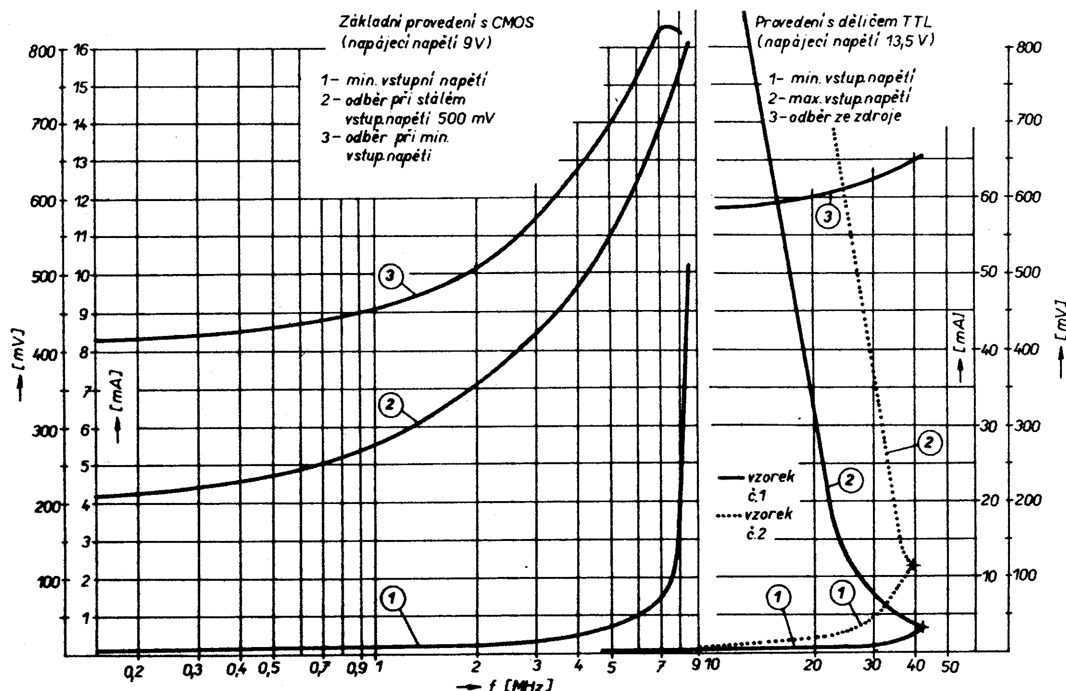
R6, R7 1 ks, 100 kΩ (82 až 150 kΩ)

R9 1 ks, 2,2 kΩ (1,5 až 2,7 kΩ)

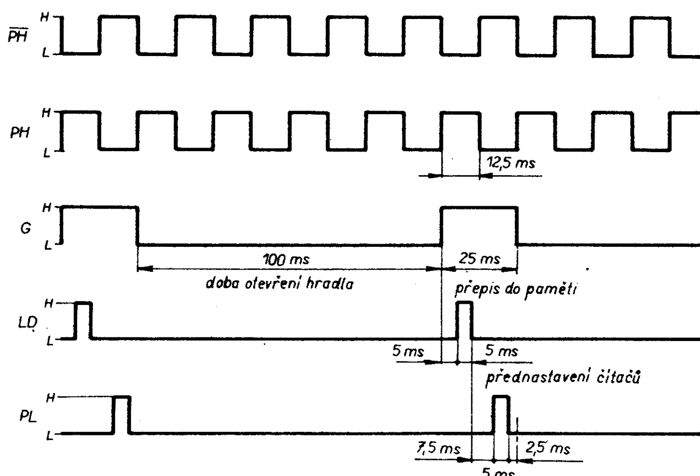
Kondenzátory

C1 až C3, C5, C7 5 ks, 47 nF (22 až 68 nF), TK 764

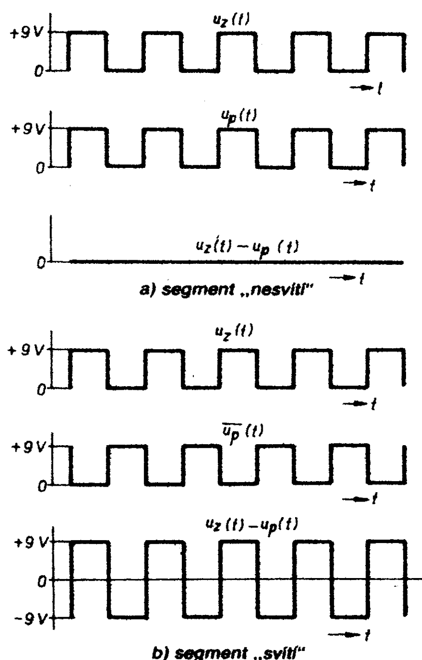
C4, C6, C8, C9 4 ks, 47 nF (22 až 68 nF), TK 764



Obr. 12. Průběh citlivosti vstupů v závislosti na kmitočtu



Obr. 13. Časové průběhy řídicích signálů



Obr. 14. Průběhy napětí na elektrodách displeje LCD; $u_z(t)$ $u_p(t)$ — průběh napětí na zadní, přední elektrodě

1,5 × 95 × 45 mm. Tento rozměr je dán velikostí displeje a IO. Displej a vstupy jsou na jednostranných deskách s plošnými spoji a osazení součástkami by nemělo činit potíže. Čítače a řídicí blok jsou na dvoustranných deskách s plošnými spoji. Při osazování je nutné dbát na kvalitní pájení, vyvarovat se zkratů a poškození poměrně tenkých plošných spojů delším ohřátím. Ideální by byla páječka s regulací teploty a tenký trubičkový cín. Je samozřejmě nutné zachovávat všechna opatření pro práci s obvody CMOS, která již byla mnohokráte popsána. Před pájením je dobré zkontrolovat vodivost spojů ohmetrem a proměřit pasívní součásti. Nesmíme zapomenout na spoje na straně součástí a na drátové spojky.

Po osazení desek můžeme přistoupit k jejich sestavě. Mechanická sestava DFM je na obr. 15. Všechny desky jsou v rozích připájeny mezi bočnice z jednostranně plátovaného kuprextitu rozměrů 1,5 × 45 × 60 mm. Bočnice nejprve připájíme na osazenou desku displeje, přičemž dbáme na kolmost a přesnost. Na desku displeje pak ze strany spojů připájíme vývodní kablíky patřičných délek. Pak je možné připájet desku čítačů a spojit s ní kablíky od segmentů displeje a kablík se signálem $\overline{PH}$. Kablík se signálem PH prochází dírou o ⌀ 1,5 mm v desce čítačů na desku řídicího bloku.

Pak připájíme spodní stěnu z jednostranně plátovaného kuprextitu 1,5 × 60 × 98 mm. Ve spodní stěně jsou vyvrtány díry pro průchodkové kondenzátory, které jsou do nich zapájeny. Vývody kondenzátorů připájíme na straně spojů ke vstupům předvolby. To platí jen tehdy, chceme-li vyvést vstupy pro nastavení předvolby mimo DFM. Bude-li předvolba pevně nastavená, „prodrátujeme" ji ze strany spojů a nebude-li použita vůbec, nemusíme se o vstupy předvolby starat.

Dále připájíme ze strany spojů desky čítače kablíky vedoucí signály PH, LD, PL a +9 V. Kablík spojující čítače s výstupem hradla prochází dírou o ⌀ 1,5 mm v desce řídicího bloku na desku vstupů. Pak připájíme desku řídicího bloku a ze strany spojů k ní připojíme kablíky od desky čítačů. Předem k této desce připájíme kablíky vedoucí signál G a +9 V směrem na desku vstupů. Dále připájíme desku vstupů a připojíme kablíky vedoucí na tuto desku.

V tomto stavu je již možno ověřit celkovou činnost DFM. Po připojení napájecího napětí by se měla zobrazit čísla na displeji. Není-li na vstup přiveden žádný signál, odpovídají zobrazená čísla údajům předvolby. Změnou předvolby se tato čísla shodně mění. Zkontrolujeme odběr ze zdroje a na vstup přivedeme signál z generátoru kontrolovaný čítačem. Pokud je vše v pořádku a DFM ukazuje správně, připájíme zadní stěnu z jednostranně plátovaného kuprextitu o rozměrech 1,5 × 45 × 95 mm. V zadní části je ve spodní stěně vyvrtána díra pro miniaturní koaxiální konektor a díra pro průchodkový kondenzátor 10 nF, přes který je vedeno kladné napájecí napětí. Po instalaci konektoru na něj připájíme kablík od vstupu. Druhým pólem napájení je kostra jednotky.

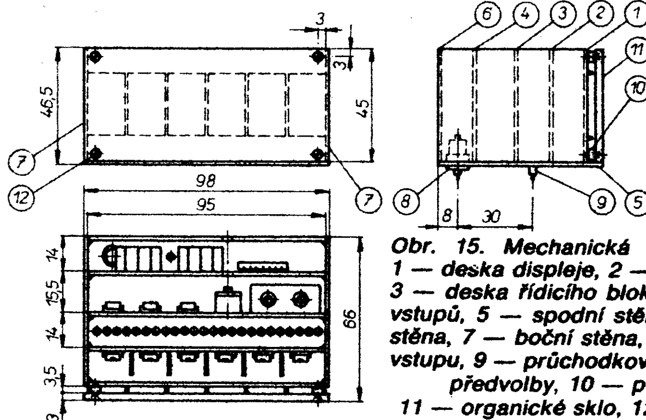
Deska displeje má v rozích díry se závity M2. Před displej je tak možno přišroubovat čiré nebo kouřové „plexi" rozměrů 3 × 45 × 98 mm. Pokud budeme DFM instalovat do přístroje, upevníme jej pomocí těchto závitů přišroubováním k přední stěně přístroje šrouby M2. Stupnice bývá umístěna v horní části přístroje, takže není horní stěna DFM zakryta a dosedá na horní kryt přístroje. Pokud by tomu tak nebylo, je nutné zakrýt i horní část DFM, aby se zabránilo vyzařování signálů rušivých kmitočtů. Aby bylo možno nastavit kmitočet oscilátoru v již sestavené jednotce, je v desce vstupu a v zadní stěně díra o ⌀ 5 mm pro šroubovák.

Použití

Nejjednodušším případem je použití DFM jako měřiče kmitočtu při laborování apod. V tomto případě budou všechny vstupy předvolby nastaveny na nulu a budou pravděpodobně využita všechna místa displeje. Volba předřazených děličů a tím i rozlišení závisí na kmitočtu měřeného signálu. Vstupy tvarovačů nemají žádné napěťové ochrany, takže je třeba na tuto skutečnost dávat pozor.

Dále jsou uvedeny některé příklady, kdy je DFM použit k indikaci kmitočtu přijímaného nebo vysílaného signálu.

a. Indikace kmitočtu přijímaného signálu rozhlasového přijímače DV, SV a KV do 8 MHz:
Oscilátor je nad přijímaným kmitočtem, mezifrekvence 455 kHz, použito základní provedení DFM s CMOS bez děliče TTL, signál oscilátoru přiveden na vstup tvarovače CMOS, indikace na 4 místa (pro DV a SV stačí 3 1/2místný displej), rozlišení na jednotky kHz,
předvolba nastavena na 954500 (10 000,00 — 455,00 = 9545,00);
příklad: je přijímán signál o kmitočtu 6125,0 kHz v pásmu 49 m, kmitočet oscilátoru je 6580,0 kHz, DFM načítá údaj 16125,00 kHz (nejvyšší řád „přeteče" a nejnižší dva řády nejsou zobrazeny, takže údaj stupnice je 6 125 kHz).

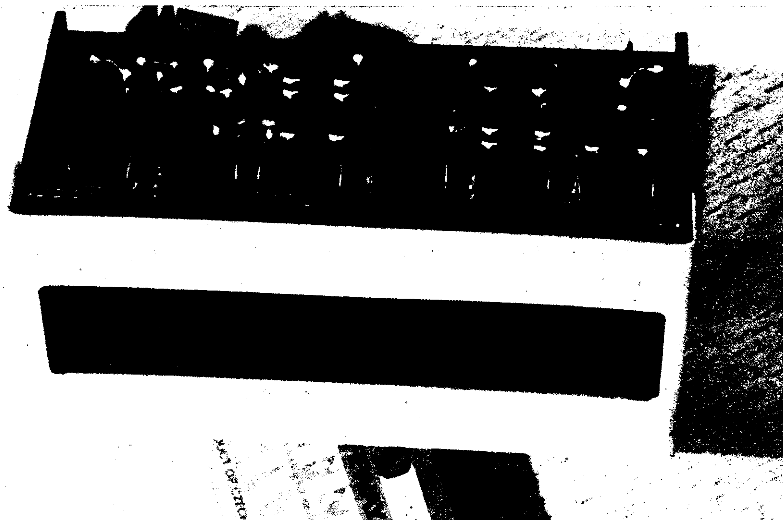


Obr. 15. Mechanická sestava DFM; 1 — deska displeje, 2 — deska čítačů, 3 — deska řídicího bloku, 4 — deska vstupů, 5 — spodní stěna, 6 — zadní stěna, 7 — boční stěna, 8 — konektor vstupu, 9 — průchodkový kondenzátor předvolby, 10 — předložka, 11 — organické sklo, 12 — šroub M2

b. Indikace kmitočtu přijímaného signálu rozhlasového přijímače DV, SV a KV do 26 MHz:
Oscilátor je nad přijímaným kmitočtem, mezifrekvence 455 kHz, použito provedení s TTL předděličem,
signál oscilátoru převeden na vstup tvarovače TTL,
indikace na 5 míst,
rozlišení na jednotky kHz,
předvolba nastavena na 995450 (100 000,0—455,0 = 99545,0);
příklad: je přijímán signál o kmitočtu 18750,0 kHz v pásmu 16 m, kmitočet oscilátoru je 19205,0 kHz, DFM načítá údaj 118750,0 kHz (nejvyšší řád „přeteče" a nejnižší řád není zobrazen, takže údaj stupnice je 18 750 kHz).

c. Indikace kmitočtu přijímaného signálu rozhlasového přijímače VKV v pásmu 64 až 108 MHz:
Oscilátor je nad přijímaným kmitočtem, mezifrekvence 10,7 MHz, použito provedení s předděličem TTL a ECL,
signál z oscilátoru přiveden na vstup děliče ECL,
indikace na 4 místa (stačí 3 1/2místný displej),
rozlišení na stovky kHz,
předvolba nastavena na 989300 (1000,000—10,700 = 989,300);
příklad: je přijímán signál o kmitočtu 102,5 MHz, kmitočet oscilátoru je 113,2 MHz, DFM načítá údaj 1102,500 MHz (nejvyšší řád „přeteče" a dva nejnižší řády nejsou zobrazeny, takže údaj stupnice je 102,5 MHz).

d. Tvorba kmitočtů u přijímačů KV a VKV a transceiverů je poměrně různorodá. Zpravidla se signál přeladitelného oscilátoru (VFO) směšuje se signálem krystalového oscilátoru (XO) v premixeru nebo pomocí fázového závěsu. Signál výsledného kmitočtu pak slouží pro příjem či vysílání. Výsledný kmitočet lze měřit přímo, výhodnější je však měřit kmitočet samotného VFO a předvolbu DFM přepínat přepínačem pásem a přijímačem příjem/vysílání. Při více pásmech bude pravděpodobně nutné použít na ovládání předvolby diodovou maticí či



Obr. 16. Pohled na vývojový vzorek DFM

jednoduchou logiku s hradly CMOS. Přímo měřit kmitočet je výhodné z hlediska proudové spotřeby, protože stačí základní prvedení DFM a CMOS. Kmitočty VFO se často pohybují kolem 5 až 6 MHz, takže máme i určitou rezervu v mezním kmitočtu. U zařízení určených pro provoz v radioamatérských pásmech se požaduje rozlišení na stovky Hz, takže při měření kmitočtu VFO lze vypustit číslicovku indikující desítky Hz. Odstraní se tak nepříjemné překlápění číslice displeje o jeden digit, způsobené nerozhodností při otevírání hradla. Pokud budeme chtít zobrazit desítky a stovky MHz, osadíme příslušné číslicovky a jejich činnost ovládáme přepínačem pásem. Při použití napětí rozladěného krystalového oscilátoru (VXO) a násobení kmitočtu VXO v násobičích je nutné při měření kmitočtu VXO změnit dobu otevření hradla ve stejném poměru jako poměr násobení. Jak již bylo uvedeno, lze to udělat změnou kmitočtu krystalového oscilátoru DFM nebo změnou dělicího poměru následujících děličů. Nastavení předvolby je závislé na kmitočtovém plánu a jistě si je každý, kdo zvládne stavbu transceiveru, spočítá a upraví podle své potřeby sám.

Navázání DFM na oscilátor je individuální. V zásadě nesmí DFM oscilátor nijak zatěžovat a ovlivňovat, takže je vhodné zařadit za oscilátor vf oddělovací stupeň, případně volit vazbu s co nejmenší kapacitou nebo vazbu indukční smyčkou, volně vázanou na cívku oscilátoru.

Závěr

Popsaná konstrukce je vlastně nejjednodušším provedením přednastavitelného měřiče kmitočtu s univerzálním použitím. Hlavní přínos má podle mého názoru v tom, že má velmi malé rozměry, malou spotřebu a jednoduché zapojení. Číslicová stupnice je užitečným doplňkem přijímače či transceiveru a na stránkách AR již bylo mnoho článků, zabývajících se číslicovými stupnicemi, z nichž je možno čerpat další informace. Ti, kdo s číslicovými obvody dosud nic nedělali, mají možnost při stavbě DFM získat základní poznatky o těchto obvodech. Úspěšné dokončení stavby, které všem přeji, jistě každému dodá elán do další práce.

Literatura

[1] *Kestler, J., DK1OF:* Ein setzbarer Vor/Rück — Frequenzzähler. UKW — Berichte č. 4/1980, s. 210 až 221.

[2] Flüssigkristal — Frequenzanzeige. Elektor č. 5/1980. s. 28 až 31.

[3] *Andrlík, F., OK1DLP:* Dělička kmitočtu do 200 MHz. Amatérské radio, konstrukční příloha časopisu 1984, s. 79 až 80.

[4] *Kruml, J.:* Sekvenční unipolární integrované obvody CMOS. Sdělovací technika č. 10/1983, s. 365 až 368, č. 4/1984, s. 133 až 137.

[5] *Teska, V.:* Integrované obvody CMOS. Amatérské radio B2/1985, B3/1985, B4/1985.

[6] *Vajda, S.; Stotka, P.:* Zobrazovacia jednotka so sedemsegmentovkami LCD. Amatérské radio A8/1984, s. 293 až 296.

[7] *Neubig, B., DK1AG:* Entwurf von Quarzoscillatoren. UKW — Berichte č. 1/1979, s. 45 až 61, č. 2/1979, s. 110 až 124.

[8] *Vachala, V.:* Krystalové oscilátory s unipolárními IO. Sdělovací technika č. 2/1986, s. 44 až 46.

[9] *Görl, R., DL1XX:* Ein Quarzoscillator der Genauigkeitklasse 10^{-8}. UKW — Berichte č. 3/1974, s. 174 až 182.

[10] *Pavlovec, J.; Šramar, J.:* Krystalové jednotky a oscilátory. Amatérské radio B2/1987.

OTÁČKOMER S „555"

Ing. Oto Blaschke

Najskôr som postavil jednoduchý dvojtranzistorový otáčkomer podľa AR B3/78. S jeho vlastnosťami som však nebol spokojný, lebo údaj bol nestabilný a často evidentne nepravdivý. Keďže špeciálne IO nie sú u nás na trhu, pokúsil som sa použiť presný a stabilný časovač 555. Výsledkom je zapojenie podľa obr. 1.

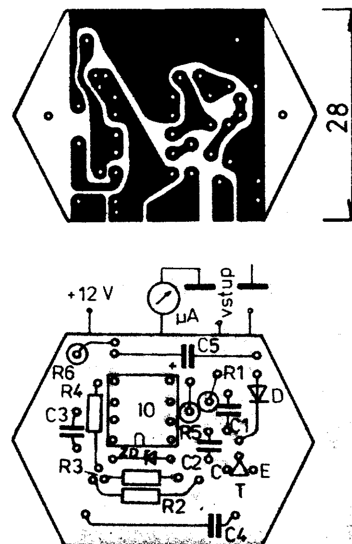
Zapojenie

Vstupný tranzistor v zapojení so spoločným emitorom pracuje ako invertujúci zosilňovač kladných impulzov. Báza je chránená diodou proti záporným impulzom a kondenzátorom C1 s malou kapacitou proti vf rušeniu od zapalovacej sústavy. Cez rezistor R1 je pripojená na rozdelovač zapalovania. Záporné impulzy z kolektora tranzistora sú vedené cez kondenzátor C2 na vývod *2* IO, ktorý je cez rezistor R3 pripojený na plus pól napájacieho napätia. IO 555 pracuje v základnom zapojení ako monostabilný klopný obvod s časovou konštantou:

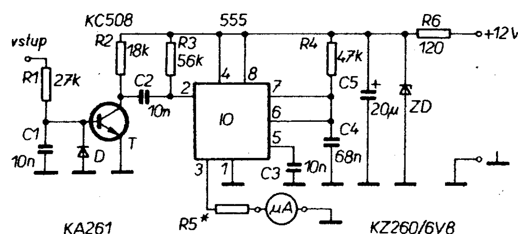
$\tau = 1{,}1 R4C4$, tj.
$\tau \doteq 3{,}5$ ms.

Indikujúce meradlo je pripojené na vývod *3* IO cez rezistor R5, ktorý vyberieme podľa požadovaného rozsahu indikácie otáčok.

Napájacie napätie je stabilizované Zenerovou diodou.



Obr. 2. Doska V323 s plošnými spojmi



Obr. 1. Schéma zapojenia

Dosku s plošnými spojmi, obr. 2, som navrhol pomerne malú (ale prehľadnú), k čomu ma nútili priestorové možnosti prístrojovej dosky.

Oživenie

Zapojenie je veľmi jednoduché a neskrýva žiadne záľudnosti. Na miesto rezistoru R5 zapojíme odporový trimer 3,3 kΩ a namiesto prerušovača pripojíme nf generátor. Frekvenciu generátora vypočítame pre zvolenú rýchlosť otáčania podľa vzťahu:

$$f = \frac{kn}{120}$$

pre štvordobý motor,

alebo $$f = \frac{kn}{60}$$

pre dvojdobý motor,

kde f je frekvencia generátora v Hz,
n rýchlosť otáčania v ot/min,
k počet válcov.

Napr. pre štvordobý štvorválcový motor je frekvencia generátora pre zvolené rychlosti otáčania

1000 ot/min	33,3 Hz
1500	50,0
2000	66,7
3000	100
4000	133
5000	167
6000	200

Na generátore nastavíme frekvenciu odpovedajúcu maximálnym zvoleným otáčkam a trimrom na mieste rezistoru R5 nastavíme plnú výchylku ručičky meradla. Trimer potom zmeráme a nahradíme pevným rezistorom. Tým je otáčkomer nastavený.

Záver

S parametrami realizovaného otáčkomera som plne spokojný. Jeho citlivosť a „selektívnosť" je výborná. Pri skúšobnom pripojení napájania v priestore motora otáčkomer pracoval spoľahlivo aj bez pripojenia na prerušovač. Neruší ho ani tyristorové zapaľovanie podľa AR A8/77 so všetkými zverejnenými úpravami, ktoré mi pracuje bez poruchy na prvé zapojenie už vyše roka.

Použité súčiastky

Rezistory — miniatúrne

R1	27 kΩ
R2	18 kΩ
R3	56 kΩ
R4	47 kΩ
R5*	3,3 kΩ
R6	120 Ω

Kondenzátory

C1, 2, 3	10 nF, keramický
C4	68 nF, TGL (styroflex.)
C5	20 μF/min. 10 V

Polovodičové súčiastky

T	KC508
D	KA261
DZ	KZ260/6V8
IO	555

Meradlo
magnetoelektrické, citlivosť do 1 mA

* podľa meradla

Kapacitní snímač hladiny kapaliny

Ing. Zdeněk Haupt

Snímač je určen k indikaci hladiny vodivých a nevodivých kapalin. Na stránkách AR se toto téma objevilo již několikrát. Vždy se jednalo o složité zařízení, jehož funkce byly závislá na stabilitě kmitočtu.

Vytkl jsem si za cíl, vyrobit zařízení s těmito vlastnostmi:
— jednoduchost zapojení a spolehlivost funkce, bez závislosti na stabilitě kmitočtu,
— snadná reprodukovatelnost,
— malé rozměry, kompaktnost,
— použitelné i pro mobilní prostředky

Snímač je sestaven ze dvou operačních zesilovačů a koncového tranzistoru v Darlingtonově zapojení. Při menších teplotních nárocích by bylo možno operační zesilovač nahradit obvodem MA1458 a tím zapojení ještě zjednodušit.

Základní technické údaje

Napájecí napětí:	+10 až +31 V.
Max. výstupní proud:	3 A.
Max. úbytek napětí na T1, U_{CES}:	2 V.
Ochrana proti napěťovým špičkám:	—200 V.
Zpoždění reakce:	max. 1 s.
Rozpětí pracovních teplot:	—40 až +100 °C.

Popis zapojení

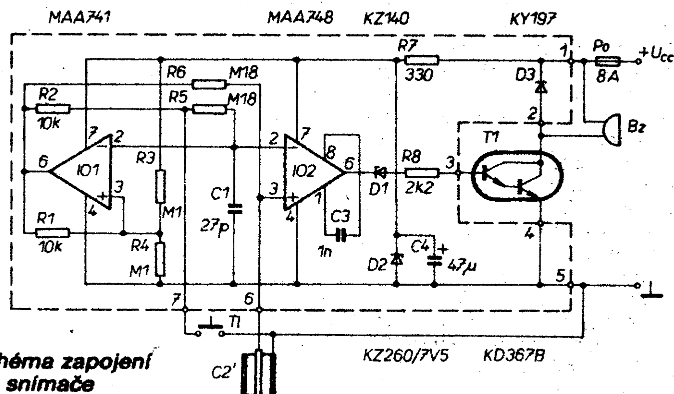
Celkové schéma snímače je na obr. 1, kde součástky umístěné na desce s plošnými spoji jsou ohraničeny přerušovanou čarou. Je osazen dvěma operačními zesilovači MAA741 a MAA748. První OZ je zapojen jako astabilní klopný obvod a druhý jako diferenční zesilovač. Výstupní signál druhého OZ je zesílen koncovým tranzistorem T1, KD367. Oba operační zesilovače jsou napájeny nesouměrným, stabilizovaným napětím 7,5 V. Rezistory R3 a R4, 100 kΩ, tvoří měkký zdroj poloviny napájecího napětí. Kondenzátor C1, 27 pF, je porovnávací kapacita, nabíjená nebo vybíjená přes rezistory R2, 10 kΩ a R5, 0,18 MΩ z výstupu prvního OZ. C2 je tvořen kapacitou vlastního snímače. Kondenzátor C3, 1 nF, dioda D1, KZ140 a rezistor R8, 2,2 kΩ, upravují signál pro koncový tranzistor T1. Ochranu proti záporným indukčním špičkám tvoří jednak rychlá dioda D3, KY197 a jednak je ochrana dána konstrukcí samotného tranzistoru T1. Zátěž tranzistoru je připojena místo kolektorového odporu (Bz). Koncový tranzistor lze napájet nestabilizovaným napětím v rozmezí 10 až 31 V, to znamená, že zařízení je možno použít pro palubní síť motorových vozidel 12 V i 24 V. Tlačítko Tl slouží k ověření správnosti funkce celého zařízení před nastartováním vozidla. Zařízení je jištěno pojistkou Po, 8 A.

Popis činnosti

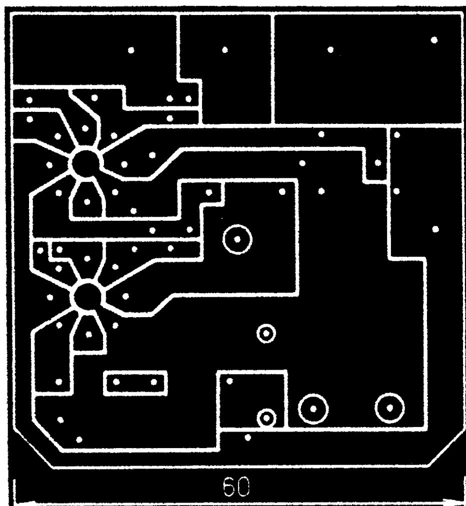
Po přiložení napájecího napětí, viz schéma na obr. 1, předpokládáme, že je na kondenzátoru C1 nulové napětí. Kondenzátor je spojen s invertujícím vstupem *2* IO. Na neinvertujícím vstupu *3* je napětí děliče (který se skládá z rezistorů R3 a R4) — přibližně polovina napájecího napětí. Na výstupu *6* IO se objeví kladné napětí, které vlivem zpětné vazby, tvořené odporem rezistoru R1, zvětší napětí na neinvertujícím vstupu *3* IO. Kondenzátor C1 se začne přes rezistory R2 a R5 nabíjet a po překročení napětí na neivertujícím vstupu *3* se obvod IO1 překlopí. Napětí na neinvertujícím vstupu *3* se vlivem zpětné vazby přes R1 zmenší a kondenzátor C1 se přes rezistory R2 a R5 začne vybíjet až do doby dosažení tohoto napětí. Tento děj se neustále opakuje. Při něm se zároveň s kondenzátorem C1 nabíjí nebo vybíjí přes rezistor R6 snímací kondenzátor C'2. Při tomto ději mohou nastat dvě možnosti:

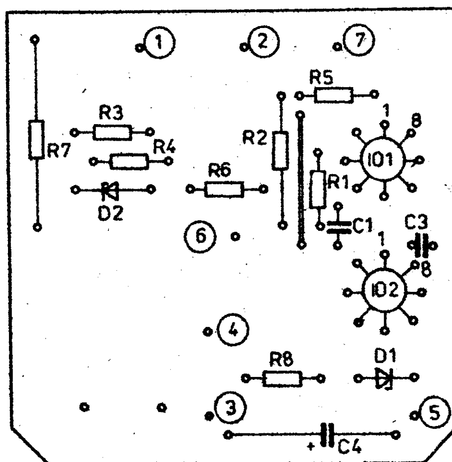
1. Bude-li snímač ponořen do kapaliny, která má větší permitivitu (dielektrickou konstantu) proti vzduchu (olej, voda), bude kapacita snímače větší než kapacita kondenzátoru C1. Nabíjení a vybíjení C'2 bude pomalejší a napětí na připojeném neinvertujícím vstupu *3* IO2 bude v každém okamžiku menší než napětí na invertujícím vstupu *2*. Na výstupu IO2 bude zbytkové napětí asi 2 V. Toto napětí nestačí k otevření koncového tranzistoru T1 a bzučák Bz nebude signalizovat.

2. Vynoří-li se snímač z kapaliny, jeho kapacita se vlivem změny dielektrika zmenší pod velikost kapacity C1. Na-



Obr. 1. Úplné schéma zapojení kapacitního snímače





Obr. 2. Deska s plošnými spoji V324 a rozložení součástek

Obr. 3. Rozměry snímače

bíjení a vybíjení kapacity C'2 bude rychlejší a napětí na neinvertujícím vstupu *3* IO2 bude v každém okamžiku větší než napětí na invertujícím vstupu *2*. Napětí na výstupu IO2 se zvětší na velikost blízkou napájecímu napětí, způsobí otevření koncového tranzistoru T1 a ten uvede do činnosti signalizaci (bzučák, žárovka).

Mechanická konstrukce a stavba

je dána tvarem a velikostí pouzdra, které máme k dispozici. Sám jsem použil pouzdro z vyřazeného polovodičového regulátoru napětí alternátoru, výrobce PAL Magneton Kroměříž (obr. 4 a obr. 5). Toto pouzdro je vhodné, protože má díry pro montáž výkonového tranzistoru a slouží zároveň jako chladič. Jelikož bude spojeno s kostrou, je třeba tranzistor T1 izolovat podložkou. Tři konektorové vývody se využijí pro přívod napájecího napětí, výstup a pro připojení testovacího tlačítka.

Deska s plošnými spoji (obr. 2) je provedena metodou dělicích čar. Postup výroby si jistě najde každý sám podle svých možností.

Nejnáročnější prací je provedení snímače. Snímač musí být vodotěsný, odolný teplotě kolem 100 °C a jeho spojení s deskou s plošnými spoji musí být co nejkratší. Proto jsem zhotovil snímač jako součást pouzdra. Snímač je proveden jako válcový kondenzátor, se střední elektrodou izolovanou od prostředí (pro případ vodivé kapaliny). Materiál izolace musí být nenasákavý, aby nezhoršoval elektrické vlastnosti kondenzátoru snímače. Musí též vzdorovat teplotám kolem 100 °C. Nejvýhodnějším materiálem je teflon.

Kapacita C2 (obr. 1) snímače na obr. 3 s vrstveným dielektrikem se vypočítá podle vzorce:

$$C\,[\mathrm{F}] = \frac{2\pi l \varepsilon_0}{\dfrac{\ln \dfrac{D_3}{D_2}}{\varepsilon_1} + \dfrac{\ln \dfrac{D_2}{D_1}}{\varepsilon_2}}$$

kde ε_0 je permitivita vakua ($8{,}859 \,.\, 10^{-12}\ \mathrm{Fm^{-1}}$),
ε_1 permitivita vzduchu ($\doteq 1$),
ε_2 permitivita teflonu ($= 2{,}1$),
D_1 průměr vnitřní elektrody ($= 7$ mm),
D_2 průměr izolace ($= 8$ mm),
D_3 vnitřní průměr vnější elektrody ($= 10$ mm),
l délka snímače ($= 80$ mm).

Obr. 4. Osazení desky a její propojení s T1 a vývody

Rozměrům podle obr. 3 odpovídá výpočtem kapacita 15,5 pF.
V mém případě kapacita snímače bez kapaliny byla naměřena 16,5 pF. Pro nevodivé kapaliny je vhodné tuto kapacitu zvětšit paralelním připojením kondenzátoru asi 10 pF. Bude-li snímač používán pro hlídání vodivých kapalin, může být vnější válcová elektroda vypuštěna, protože ji nahradí samotná kapalina. Kostra zařízení ovšem musí být vodivě spojena s kapalinou.

Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji (obr. 2) není kritické. Naopak by bylo možno desku zmenšit. Tranzistor T1 (obr. 1) je umístěn mimo desku a s ní spojen kablíky. Připojovací body desky jsou označeny čísly, shodně jako ve schématu. Zařízení nevyžaduje žádné nastavování. Při pečlivém zapojení musí pracovat na první zapnutí.

Seznam součástek

Rezistory (TR 151 nebo TR 212)

R1, R2	10 kΩ
R3, R4	100 kΩ
R5, R6	180 kΩ
R7	330 Ω/2 W, TR 154
R8	2,3 kΩ

Kondenzátory

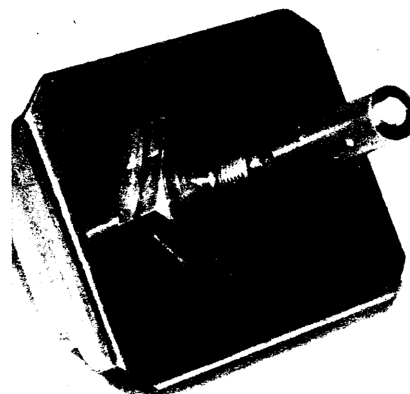
C1	27 pF, WK 71411 (slídový)
C3	1 nF/40 V, TK 744
C4	47 μF/25 V, TE 195

Polovodičové součástky

IO1	MAA741 (MAA748)
IO2	MAA748
T1	KD367B
D1	KZ140
D2	KZ260/7V5
D3	KY197

Literatura

[1] Nessel, V.: Polovodičové součástky v automatizaci (str. 195). SNTL: Praha 1979.
[2] PV 3680 — 86.
[3] Patent USA č. 3811051.
[4] Katalogy součástek TESLA.
[5] Materiálové listy SVUM.

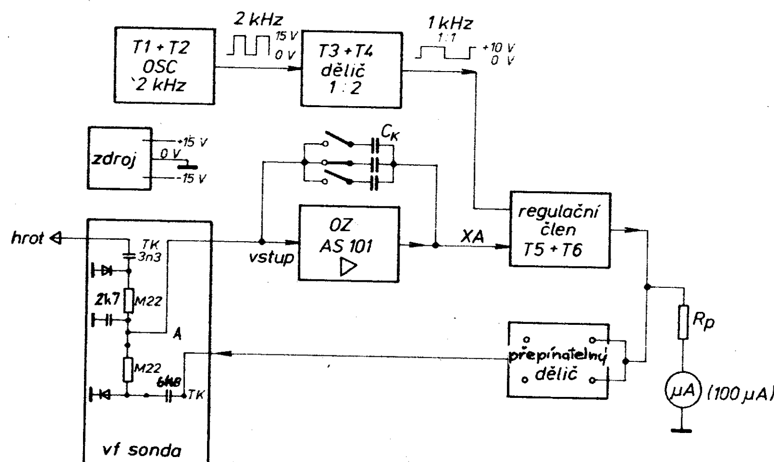


Obr. 5. Vnější vzhled snímače

Milivoltmetr VF mV3

„Mezi amatéry jsou skvělí konstruktéři, ale nenapíšou ani řádek. Na to už jim nezbude čas. A vůbec už ne na nějaké korespondování se čtenáři. Nečekejte, že Vám něco pošlou. Jeďte za nimi, vyptávejte se jich, zveřejňujte jejich práce!“ Takto vyjádřili radioamatéři své mínění na besedě s redaktory AR na Celostátním semináři radioamatérské techniky v Olomouci v roce 1985.

Zkusili jsme to, vypravili se do Sudic za Tomášem Boháčkem, OK2BNE, a předkládáme jeho milivoltmetr.



Obr. 1. Blokové schéma milivoltmetru VF mV3 od OK2BNE

Nejobtížnější úlohou měřicí techniky je měření extrémních hodnot: velmi velkých a velmi malých. To platí i o měření vf napětí, přičemž měření vysokých napětí je přece jen snadnější než měření napětí velmi nízkých. A právě nízká napětí potřebujeme často měřit, zejména v tranzistorové technice na vlnách krátkých i velmi krátkých. Měřicí přístroj musí mít velký vstupní odpor, aby nezatěžoval zdroj měřeného napětí. U milivoltmetru vysokofrekvenčního má významný vliv na kvalitu měření vstupní kapacita a indukčnost použité sondy.

Vf napětí se při měření detekuje a zesiluje stejnosměrným zesilovačem. Vyvstávají dva problémy: měření malého usměrněného napětí a stabilita stejnosměrného zesilovače. Konstruktér milivoltmetru VF mV3 se snažil tato úskalí překonat pečlivou konstrukcí měřicí sondy a použitím kompenzační metody.

Měřené napětí se snímá ocelovým dotekovým hrotem přes kondenzátor 3,3 nF. Ten je oškrábán a zbaven přívodů, aby jeho indukčnost byla co nejmenší. Střídavé napětí přichází na diodu D1 a přes rezistor 220 kΩ do bodu *A* na kondenzátory C2, C3; odtud je vedeno na vstup operačního zesilovače AS101. Do bodu *A* je přes rezistor R2 (rovněž 220 kΩ) připojena dioda D2, zapojená opačně. (Zde nesmí být vedeny žádné dlouhé spoje.) Diody D1 a D2 by měly být pokud možno stejné. Na diodu D2 přivádíme přes kondenzátor C4 (6,8 nF) kompenzační napětí.

Zdrojem kompenzačního napětí je multivibrátor s tranzistory T1 a T2. Ten vyrábí konstantní pravoúhlé impulsy 15 V o kmitočtu 2 kHz. Dělič 1:2 s bistabilním klopným obvodem (tranzistory T3, T4) snižuje jeho kmitočet na 1 kHz s vrcholovou úrovní 8 až 10 V. Kolektorové rezistory musí být v toleranci 1 %, aby byla dodržena střída 1:1. Z kolektoru tranzistoru T3 je tento signál přiváděn přes kondenzátor 1 μ na bázi tranzistoru T6, na jehož kolektorovém rezistoru R15 přes C14 získáváme kompenzační napětí pro sondu. Tranzistory T6 a T5 pracují jako regulační stupeň řízený signálem z operačního zesilovače přiváděným přes rezistor 1 kΩ na bázi tranzistoru T5. Amplituda střídavého napětí na kolektoru tranzistoru T6 je úměrná řídicímu napětí dodávanému operačním zesilovačem a mění se od 0 V po —8 V.

Všechny spoje, které vedou na nulový potenciál, musí být vedeny do jednoho pájecího bodu na vstupní konektor sondy. Zde je nulové napětí a od něho symetricky +15 V na kolektorech T1 až T4 a —15 V na kolektoru T5.

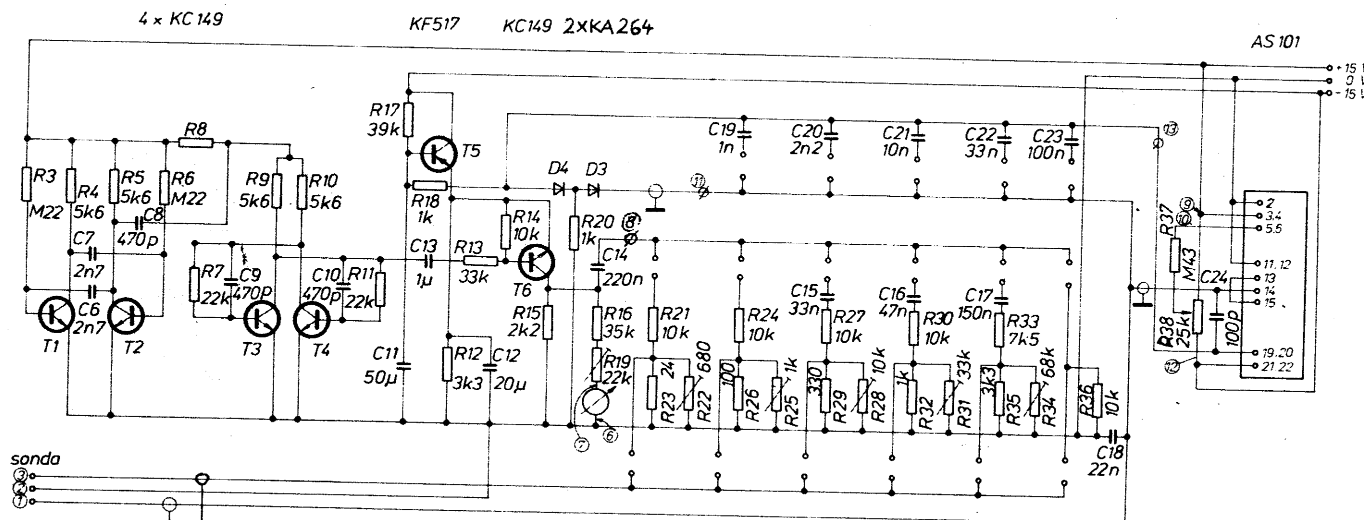
Zdroj tedy musí dávat 2× 15 V. Sekundár transformátoru má vinutí 2× 18 V/200 mA, na která jsou připojeny dva usměrňovače v můstkovém zapojení s filtračními kondenzátory 2× 500 μF/35 V a dva stabilizátory MAA723. Primární vinutí síťového transformátoru musí být galvanicky odstíněno od sekundárního uzemněnou měděnou fólií.

Z regulačního členu se signál přivádí jednak přes proměnný rezistor R19 (22 kΩ)na měřidlo μA, jednak přes dělič na diodu D2 sondy. První dva rozsahy (tj. 10 mV a 30 mV) jsou spojeny přímo, další rozsahy přes kondenzátory.

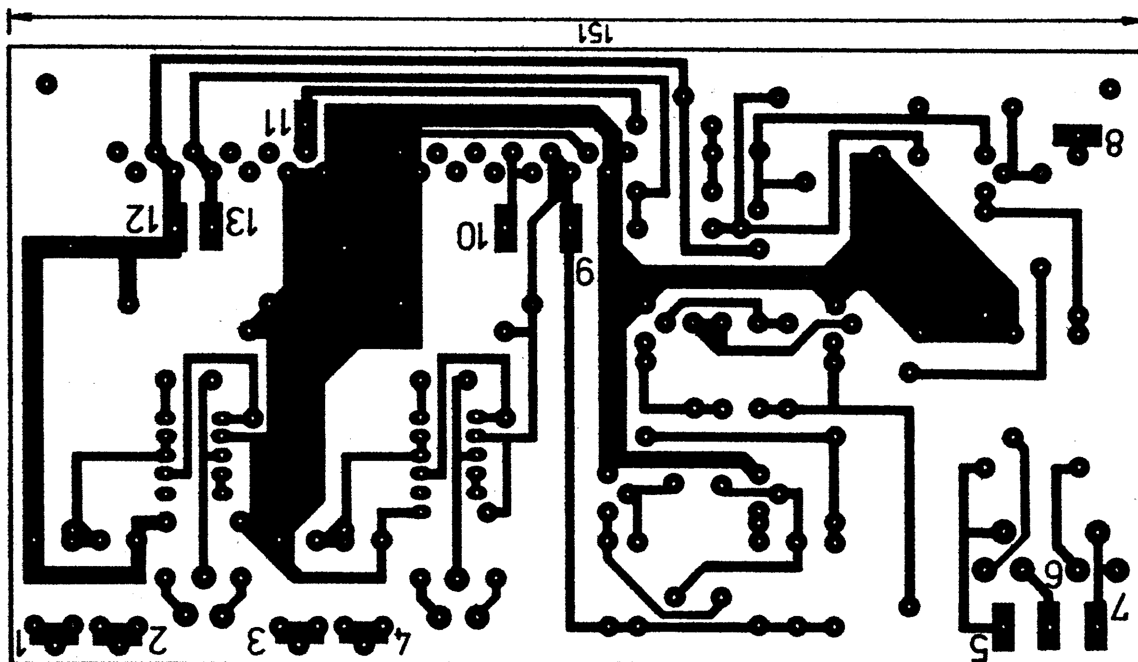
Operační zesilovač, sestavený na desce plošných spojů, zpracovává nepatrná napětí řádů μV, a proto musí mít velké zesílení, velký vstupní odpor a malý drift. Byl použit typ AS101, popsaný ve [2]. V obvodu jeho zpětné vazby se přepínají (zároveň s rozsahy) kondenzátory C_K, které zlepšují stabilitu zpětnovazební smyčky operačního zesilovače.

Operační zesilovač, zapojený podle detailního schématu na obr. 7, je širokopásmový nízkodriftový zesilovač se třemi paralelními větvemi, jejichž kmitočtová pásma přenosu se vzájemně doplňují.

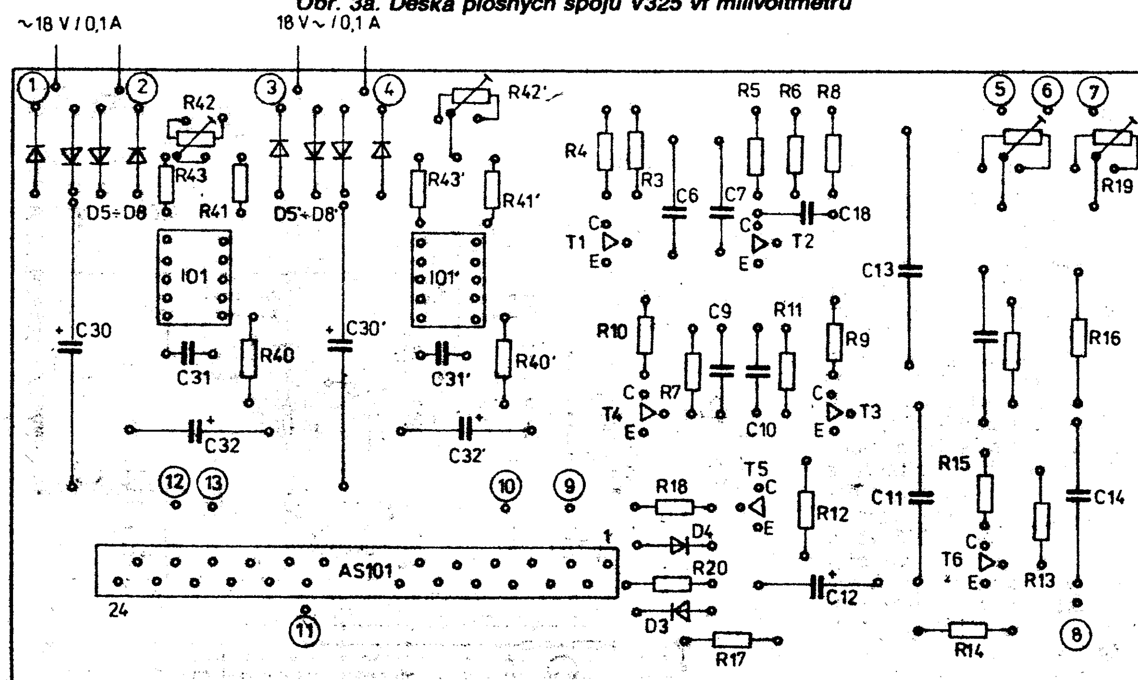
Podstatnou část kmitočtového spektra zpracovávaných signálů zesiluje větev nízkofrekvenční, navázaná střídavě svým ivertujícím vstupem ke vstupnímu diodovému omezovači. Výstupní proud tohoto stupně je zesílen sledovačem T3 a převeden posouvačem pracovní úrovně T4 na nf vstup konco-



Obr. 2. Schéma vf milivoltmetru



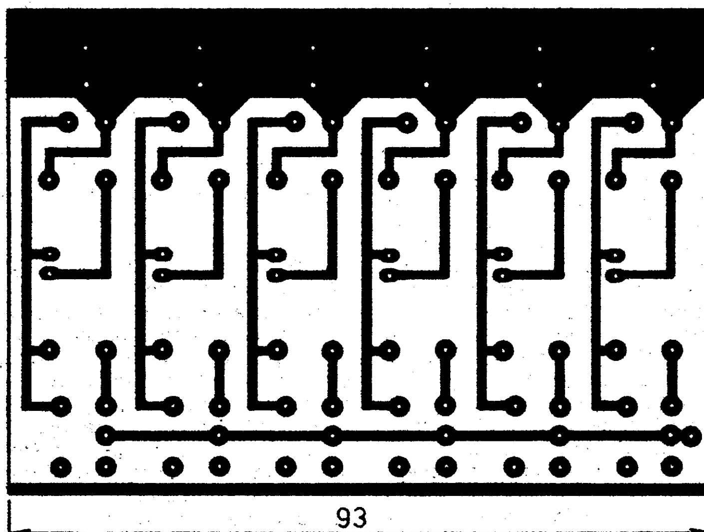
Obr. 3a. Deska plošných spojů V325 vf milivoltmetru



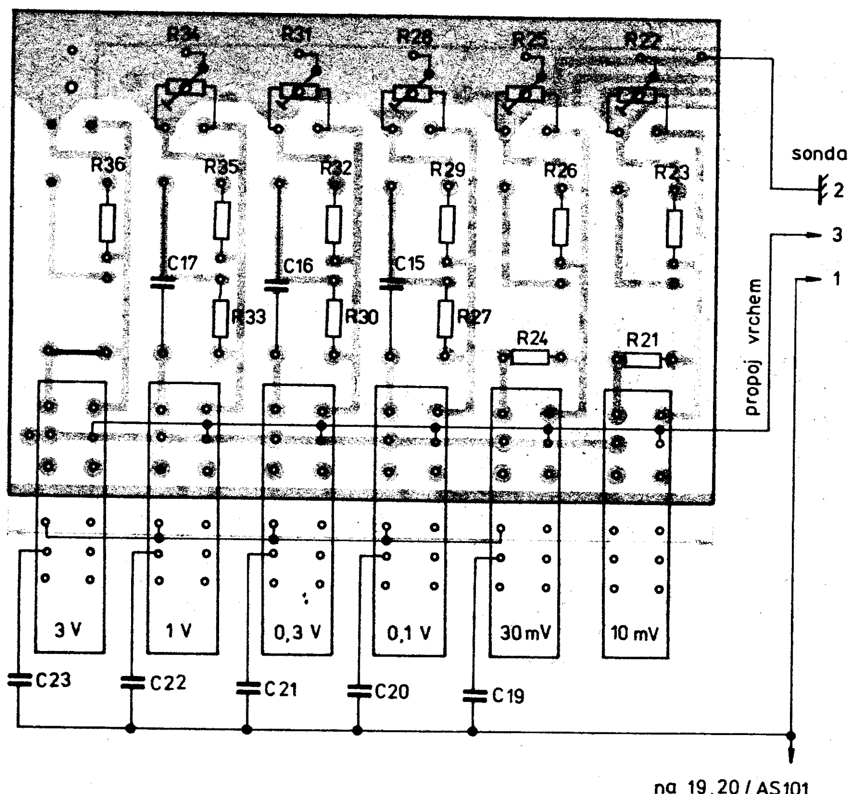
Obr. 3b. Rozložení součástek na desce plošných spojů V325

vého zesilovače, zajišťujícího výstupní napěťový rozkmit. Jako hlavní koncový stupeň působí pravý tranzistor T6 z koncové diferenční dvojice s aktivní zátěží tvořenou kolektorem komplementárního tranzistoru T7, řízeného levým tranzistorem T5. Dvojice komplementárních emitorových sledovačů T8, T9 navazujícího proudového boosteru tvoří zároveň s oběma emitorovými rezistory a čtyřmi diodami D3 a D6 obousměrnou elektronickou pojistku, omezující zkratový proud při náhodných zkratech výstupu k zemi nebo k jedné z napájecích sběrnic. V druhé funkci stabilizují emitorové odpory klidový odběr boosteru na zlomek jmenovitého výstupního proudu.

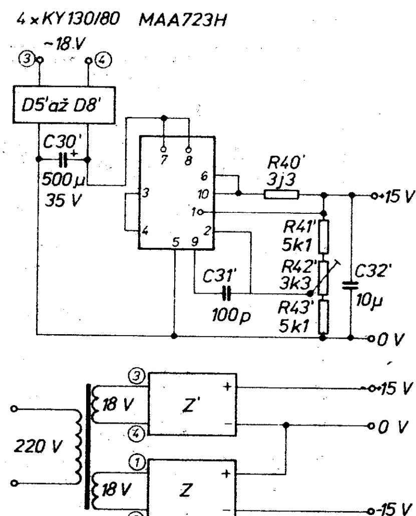
Vysokofrekvenční stabilitu zesilovače zajišťuje rychlý emitorový sledovač v paralelní vysokofrekvenční větvi, vedené ze vstupu přímo na vf vstup koncového zesilovače. V pásmu kmitočtů nad 100 kHz se operační zesilovač chová jako zpětnovazební inte-



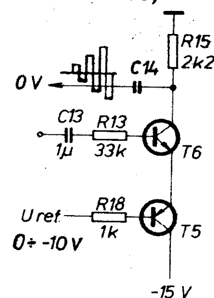
Obr. 4a. Deska plošných spojů V326 přepínání rozsahů



Obr. 4b. Rozložení součástek na desce V326



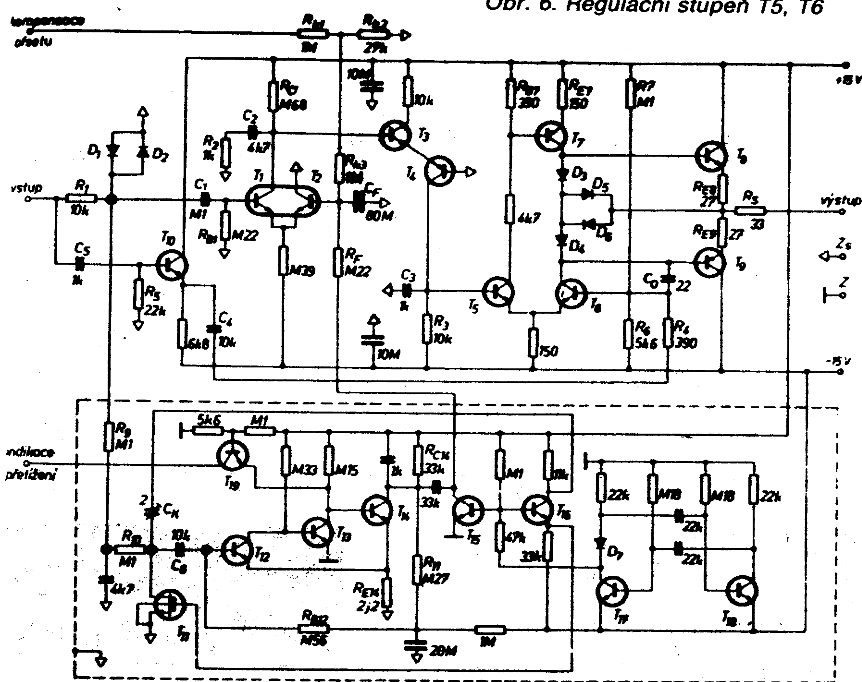
Obr. 5. Schéma zapojení napájecího zdroje (je umístěn přímo na desce V325)



Obr. 6. Regulační stupeň T5, T6

grátor 390 Ω 22 pF s bezpečným sklonem amplitudové charakteristiky —20 dB/dek. Sériový odpor 33 Ω izoluje vnitřní vf smyčku kolem koncového zesilovače od případné vnější kapacitní zátěže a zvětšuje tak odolnost proti rozkmitání.

Driftové vlastnosti určuje korekční větev (0 až 20 Hz) předřazená před neinvertující vstup nf větve. Její klíčovou část představuje paralelní spínací modulátor s MOSFET se svým budicím obvodem. Budicí oscilátor, kmitající na kmitočtu 200 Hz, s klíčovacím poměrem 1:1 ovládá paralelní spínací demodulátor s tranzistorem T15, který zároveň působí svým emitorovým přechodem jako kladný omezovač vlny pro buzení modulačního MOSFET T11, odebírané z emitoru invertoru T16. Proudové špičky přiváděné na vstup modulačního zesilovače parazitní kapacitou hradla a kolektoru MOSFET jsou kompenzovány opačnými proudovými špičkami přiváděnými přes teflonový kondenzátorový trimr 2 pF z kolektoru invertoru T16. Střídavě navázaný úsporný třístupňový modulační zesilovač (T12 až T14) má nízkošumový vstup (kolektorový proud 50 μA, kolektorové napětí 0 V), ústřední zpětnovazební stabilizaci pracovních bodů a celkovou stabilizaci zesílení společným emitorovým odporem. Paralelní kondenzátor v kolektoru posledního tranzistoru omezuje vhodně šířku kmitočtového pásma modulačního zesilovače a zabraňuje jeho rozkmitání parazitní kapacitní vazbou. Z kolektoru tranzistoru T13 je odvozeno vybuzení indikačního tranzistoru T19, který může ovládat vnější světelné nebo zvukové návěští přetížení zesilovače. Dolnopropustný filtr předřazený modulátoru zabraňuje zahlcení modulačního zesilovače dynamickým vstupním chybovým napětím. To odpovídá vybuzení operačního zesilovače signálem s podstatným podílem vf složek blízkých jeho

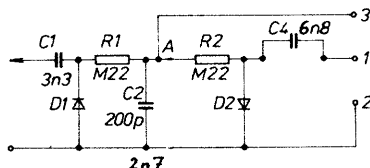


Obr. 7. Schéma operačního zesilovače AS101 (převzato z časopisu Sdělovací technika č. 3—4/1969, s. 85)

meznímu kmitočtu (např. strmým obdélníkovým napětím).

Pro potlačení vlivu indukčnosti přívodů napájecích napětí na stabilitu zesilovače, potlačení vf brumu napájecích sběrnic a potlačení interakce velkého počtu paralelně připojených zesilovačů (v počítači) jsou obě napájecí napětí blokována a země je rozdělena na signálovou a výkonovou. (Signálová země je značena trojúhelníčkem.) Choulostivé vstupní uzly zesilovače jsou chráněny proti svodovým proudům pájením na keramické opěrné

Seznam součástek operačního zesilovače AS101, jejichž typy nejsou uvedeny ve schématu na obr. 7: T1, T2 — KC509, T3, T10, T12, T13, T14, T15, T16 — KC508, T4 — KFY16, T5, T6 — KC507, T7, T9 — KFY18, T8 — KF503, T11 — KF521, T17, T18 — KF508, T19 — KF507; diody — všechny KA501; C1 — TC 191, C5, C6 — TC 276, C_k — teflonový trimr; R1, R9, R10 — WK 650 53. Ostatní R — TR 191.



Obr. 8. Schéma zapojení vf sondy

body se stínicím prstenem a celá korekční větev i s budicím oscilátorem je uzavřena krytem, který jednak zamezuje kapacitní vazbě z oscilátoru do vstupu, jednak chrání modulační zesilovač před síťovým brumem.

Vlastnosti operačního zesilovače jsou pro přehlednost shrnuty v tab. 1.

V hrotové sondě usměrníme měřené napětí diodou D1 a přes rezistor R1 je vedeme na filtrační člen C1, C3. V bodě *A* se potom objeví kladné ss napětí. Toto velmi malé napětí (řádově μV) vedeme na invertující vstup operačního zesilovače. Operační zesilovač pracuje s otevřenou zpětnovazební smyčkou a jeho zesílení je řádově $A_U = 10^6$. Výstupní napětí operačního zesilovače se zvětšuje do minusových hodnot a současně přes regulační tranzistory T5, T6 a přepínač rozsahů (dělič) se přivádí kompenzační napětí na diodu D2, kde se usměrní s opačným znaménkem a přes rezistor R2 je přivedeno do součtového bodu *A*. Tento pochod trvá do okamžiku, kdy jsou obě napětí stejná ($U_{vstup} = U_{komp}$). Tímto je ukončen proces kompenzace a ss voltmetr zapojený mezi kolektor T6 a společný vodič změří střední hodnotu amplitudy pravoúhlých impulsů, jejichž amplituda se mění od 0 V do —10 V (podle měřeného napětí) bez ohledu na to, na kterém rozsahu měříme.

Při uvádění do chodu prvně seřídíme operační zesilovač. Napájíme ho +15 V; v klidu bere asi 12 mA, výstupní zkratový proud je 40 mA. Výstupní proud normální je asi 20 mA, výstupní napětí 10 V.

Osciloskopem nastavíme multivibrátor a dělič na shora uvedené hodnoty. Dbáme na dodržení střídy a na kmitočet 1 kHz (celistvý násobek síťového kmitočtu).

Nastavení: Z vf generátoru přivádíme na sondu známé vf napětí. Základní nastavení provedeme trimrem R19 (22 kΩ) tak, že údaj na stupnici je totožný s výstupním napětím generátoru. Pak postupně přepínáme na nižší rozsahy a nastavujeme trimry v příslušných děličích. Asi ve 2 % stupnice od počátku vyznačíme na stupnici cejchovací bod, na který budeme při měření potenciometrem R38 (na panelu) nastavovat nulu.

Tab. 1. Vlastnosti operačního zesilovače

Parametr	Hodnota	Poznámka
Jmenovitý výstup Stejnosměrné zesílení Stejnosměrný vstupní odpor Stejnosměrný výstupní odpor	10 mV, 20 mA 10^9 300 kΩ 1 kΩ	zátěž 1 kΩ
Vstupní napěťový ofset Vstupní napěťový drift Vstupní proudový ofset Vstupní proudový drift	10 μV 0,1 μV/°C 0,5 μV/% 1 μV/1000 h 50 pA 1 pA/°C 2 pA/% 5 pA/1000 h	lze externě snulovat 0 až 70 °C kolísání napájení není kumulativní lze externě snulovat 0 až 70 °C kolísání napájení není kumulativní
Vstupní napěťový šum Vstupní proudový šum	1 μV_{pp} 50 μV_{pp} 10 μV_{ef} 2 pA_{pp} 2 nA_{pp} 0,2 nA_{ef}	0 až 1 Hz 0 až 10 kHz 0 až 1 Hz 0 až 10 kHz
Mezní kmitočet Maximální kmitočet pro plný rozkmit Rychlost přeběhu Přípustná kapacitní zátěž	15 MHz 1 MHz 60 V/μs 500 pF	0 dB zátěž 1 kΩ zátěž 1 kΩ
Napájení Klidový odběr Výstupní zkratový proud	± 12 V až ± 18 V ± 12 mA 40 mA	 k zemi nebo k napájení

Autor použil panelového měřidla typu DHR (110) 100 μA, jehož spodní a horní část odřezal, čímž získal malou výšku a dlouhou přehlednou stupnici.

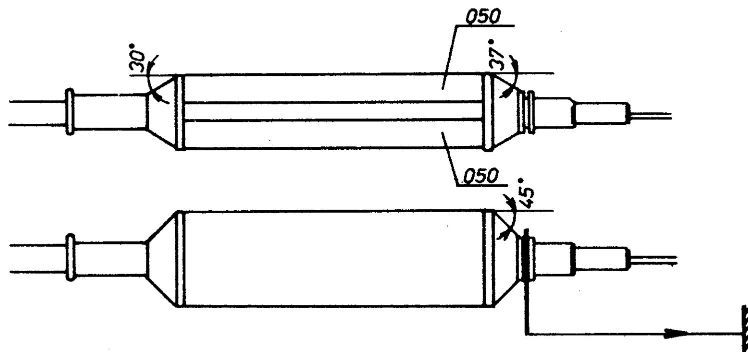
Největší péči je nutno věnovat konstrukci sondy, která musí být vyrobena tak, aby se teplo z ruky do ní nešířilo. Z toho důvodu uvádíme podrobný návod na výrobu sondy (obr. 8 až 20).

Literatura

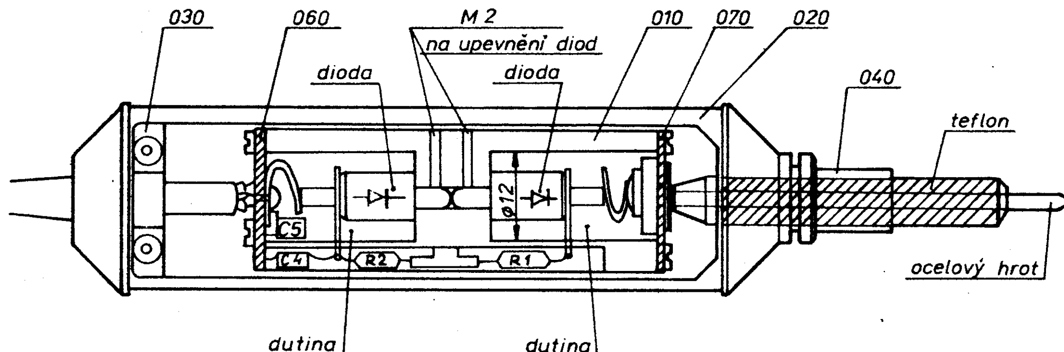
[1] *Labaj—Staněk:* Tranzistorové a elektronkové voltmetry, SNTL 1970.

[2] *Ing. Jiří Dostál:* Operační zesilovač, Sdělovací technika 3—4/1969, str. 84—89.

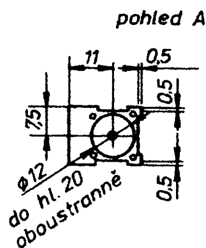
[3[*Ing. Jiří Dostál:* Aplikace operačního zesilovače, Sdělovací technika 3—4/1970, str. 76—82.



Obr. 9. Vnější provedení vf sondy

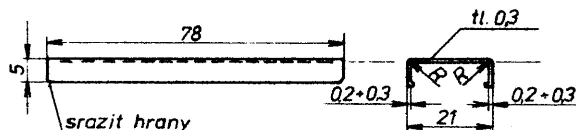


Obr. 10. Vnitřní uspořádání sondy

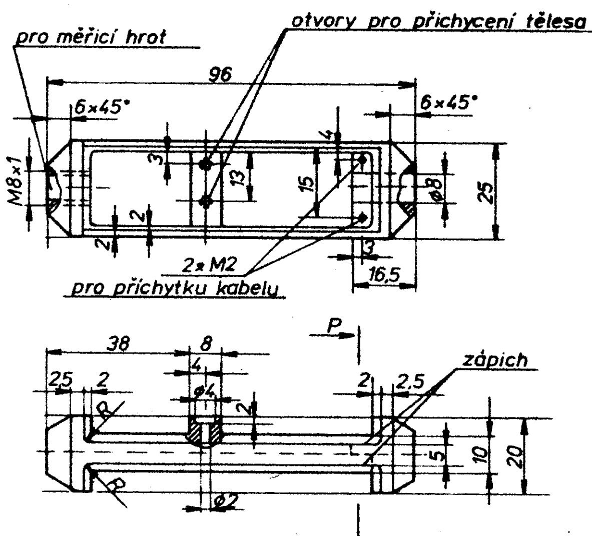


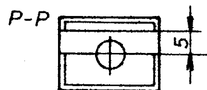
Obr. 11. Díl 010 sondy; těleso sondy (mosaz)

Obr. 16. Díl 060 sondy; podložka z oboustranně plátovaného cuprextitu tl. 1,5 mm; kroužek ⌀ 12 až ⌀ 10 je odstraněná měděná fólie — jen na jedné straně podložky

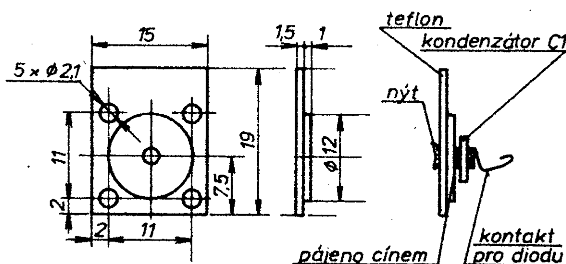


Obr. 15. Díl 050 sondy; kryt z duralového plechu tl. 0,3 mm, potažený koženkou, přilepenou lepidlem Alkafen

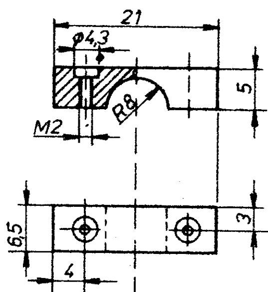




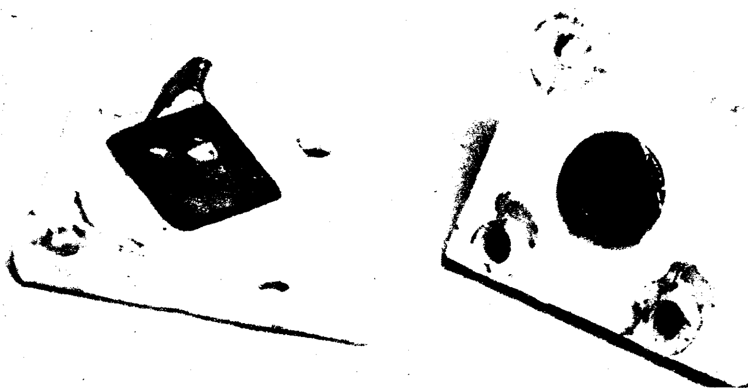
Obr. 12. Díl 020 sondy; držák (dural)



Obr. 17. Díl 070 sondy; izolační podložka (teflon); kontakt pro diodu je z pružiny z tlačítka Isostat

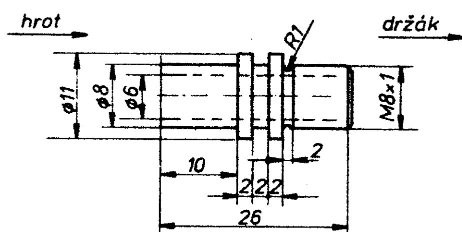


Obr. 13. Díl 030 sondy; kabelová příchytka (dural)

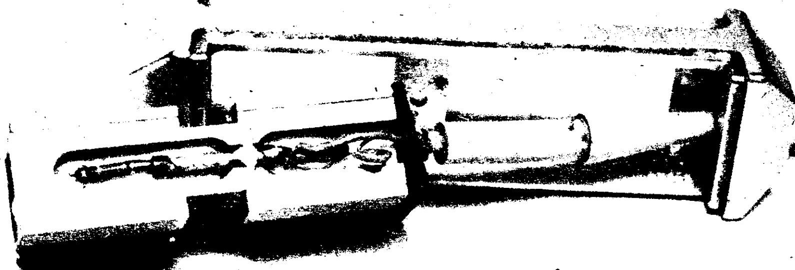


Obr. 18. Pohled na díl 070 sondy ze strany s kondenzátorem C1 a s pružinou

Obr. 19. Pohled na díl 070 sondy ze strany s kontaktem pro hrot



Obr. 14. Díl 040 sondy; nástavec



Obr. 20. Detail rozložené sondy

Zatěžovací odpory pro souosá vedení

Martin Strouhal

Při vážnější práci na VKV se při vf měřeních neobejdeme bez řady přístrojů a pomůcek, mezi něž patří zatěžovací odpor — umělá zátěž, obvykle s reálným odporem 75 Ω.

Úvod

Zátěže lze všeobecně rozdělit na zátěže s válcovými rezistory a zátěže s rezistory diskovými. Obě skupiny se od sebe zásadně liší konstrukcí a používanými materiály [3].

Posláním tohoto článku je seznámit čtenáře se zátěžemi první skupiny, použitelnými od kmitočtů pásem KV až po běžně frekventovaná pásma VKV. Dalším důvodem tohoto záměru jsou dostupnost materiálů, jednoduchost konstrukce a skutečnost, že očekávaných vlastností zátěže lze dosáhnout v běžných amatérských podmínkách.

Používaná konstrukční uspořádání zátěží

jsou schématicky vyobrazena na obr. 1a až f. Na obr. a až c jsou uspořádání, která používají běžné vrstvové rezistory řazené paralelně, sériově nebo sérioparalelně pro dosažení potřebné ohmické hodnoty, požadované zatížitelnosti a snížení parazitní indukčnosti. Na obrázcích d až f jsou souosá provedení, která respektují hlavní konstrukční zásady pro zátěže.

Podstatný rozdíl mezi oběma skupinami je v tom, že u první skupiny nelze žádným způsobem vyloučit závislost odporu zátěže (vlastně impedance) na kmitočtu. Přesto jsou tato uspořádání používaná i v praxi VKV a mezi amatéry hodně rozšířena.

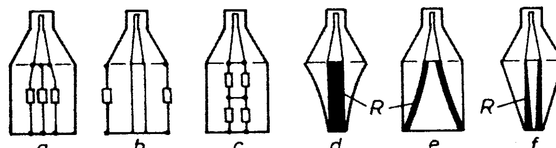
Tak se stane, že na kmitočtu 145 MHz je zátěž velmi dobrá — ČSV ≐ 1, na 432 MHz o „něco" horší — ČSV = 1,5 až 2 a na 1296 MHz prakticky nepoužitelná. Pokud se podaří naměřit lepších hodnot ČSV, je to dílem náhody, nebo výsledkem dlouhého a trpělivého experimentování.

Daleko lepší výsledky dostaneme při použití konstrukcí d až f, používaných v profesionální praxi.

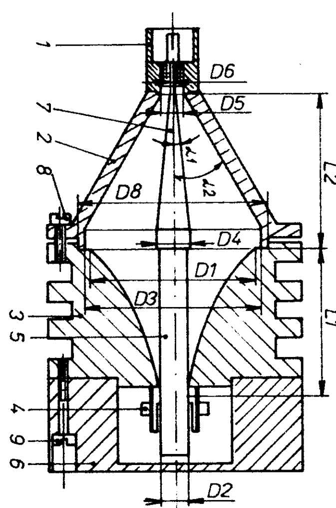
Typ „d" používá vrstvového válcového odporu, který má stejný měrný odpor po celé své délce, a stínítka, jehož průměr se zmenšuje podle exponenciálního průběhu.

Typ „e" má válcové stínítko a průměr povrchové křivky rotačního odporu se zvětšuje exponenciálně při konstantním měrném odporu podél jeho plochy.

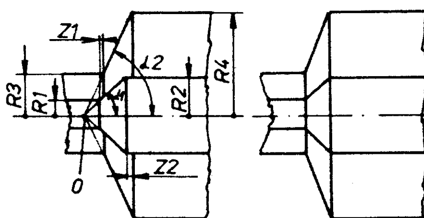
Typ „f" má kuželové stínítko, vnější tvar odporu je válcový, ale jeho měrný odpor se po jeho délce mění logaritmicky.



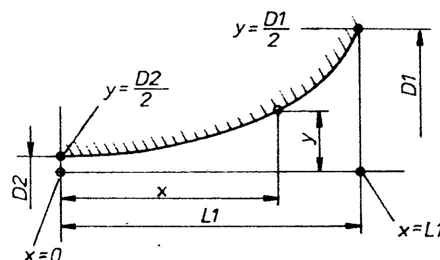
Obr. 1. Konstrukční uspořádání umělých zátěží



Obr. 2. Mechanická sestava zátěže



Obr. 2a. *Obr. 2b.*



Obr. 3. Vnitřní průměr stínítka

Z uvedeného výčtu vyplývá, že nejsnáze realizovatelné je uspořádání „d", hlavně z důvodu dostupnosti vlastního odporu. Dále se proto budu zabývat jen tímto provedením a jeho konstrukčním návrhem pro libovolný bezindukční odpor. (Zakončovací rezistory typu „d" byly vyvinuty a jsou vyráběny k. p. TESLA, ale jen pro vlastní potřebu podniku.)

Zatížitelnost a maximální použitelný kmitočet zátěže

Tyto vlastnosti jsou protichůdnými hodnotami. S rostoucí zatížitelností rostou i příčné rozměry umělých zátěží. Je-

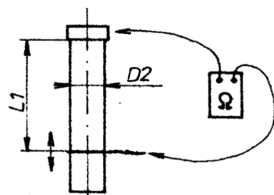
Seznam součástek pro vf milivoltmetr a pro sondu

Rezistory (TR 151, TR 191)	
R1	220 kΩ
R2	220 kΩ
R3	220 kΩ
R4	5,6 kΩ
R5	5,6 kΩ
R6	220 kΩ
R7	22 kΩ
R8	1,8 kΩ
R9	5,6 kΩ
R10	5,6 kΩ
R11	22 kΩ
R12	3,3 kΩ
R13	33 kΩ
R14	10 kΩ
R15	2,2 kΩ
R16	35 kΩ
R17	39 kΩ
R18	1 kΩ
R19	22 kΩ
R20	1 kΩ
R21	10 kΩ
R22	680 Ω
R23	24 Ω
R24	10 kΩ
R25	1 kΩ
R26	100 Ω
R27	10 Ω
R28	10 kΩ
R29	330 Ω
R30	10 kΩ
R31	33 kΩ
R32	1 kΩ
R33	7,5 kΩ
R34	68 kΩ
R35	3,3 kΩ
R36	10 kΩ
R37	430 kΩ
R38	25 kΩ
Kondenzátory	
C1	3,3 nF upr. TK 744
C2	2,7 nF trub.
C4	6,8 nF TK 783
C5	0,1 μF
C6	2,7 nF styr.
C7	2,7 nF styr.
C8	470 pF styr.
C9	470 pF styr.
C10	470 pF styr.
C11	50 μF TE986
C12	20 μF TE984
C13	0,1 μF TC 180
C14	0,22 μF
C15	33 nF TC 235
C16	47 nF TC 235
C17	0,15 μF TC 180
C18	22 nF styr.
C19	1 nF styr.
C20	2,2 nF styr.
C21	10 nF styr.
C22	33 nF styr.
C23	0,1 μF styr.
C24	100 pF styr.
Tranzistory	
T1	KC149
T2	KC149
T3	KC149
T4	KC149
T5	KF517
T6	KC149
Diody	
D1	GA301
D2	GA301
D3	KA264
D4	KA264

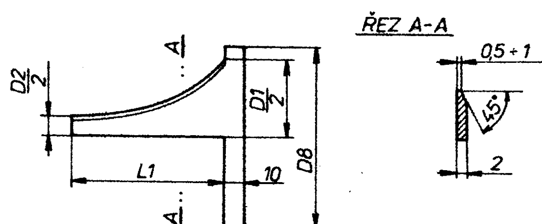
Seznam součástek pro napájecí zdroj

R40, R40′	3,3Ω
R41, R41′	5,1 kΩ
R42, R42′	3,3 kΩ
R43, R43′	5,1 kΩ
(vše TR 151, TR 191)	
C30, C30′	500 μF TE 986
C31, C31′	100 pF TK
C32, C32′	
D5 až D8′	
D5 až D8′	KY130/80
IO1, IO1′	MAA723H

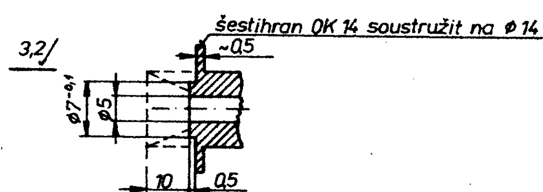
(Celkový pohled na milivoltmetr VF mV3 OK2BNE je na 4. straně obálky tohoto časopisu)



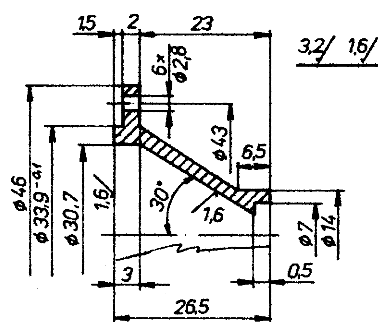
Obr. 4. Drátěná objímka na rezistoru



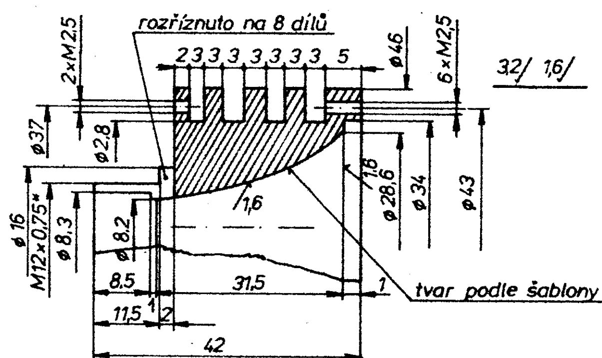
Obr. 5. Šablona z organického skla



Obr. 8a. Konektor, poz. 1 (WK 41101), 1 ks

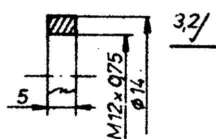


Obr. 8b. Plášť, poz. 2, materiál mosaz, 1 ks

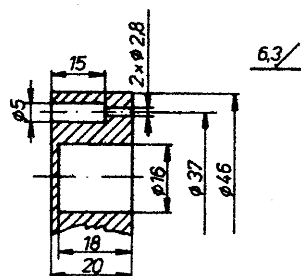


* kuželový závit - úhel nastavení ~ 1°

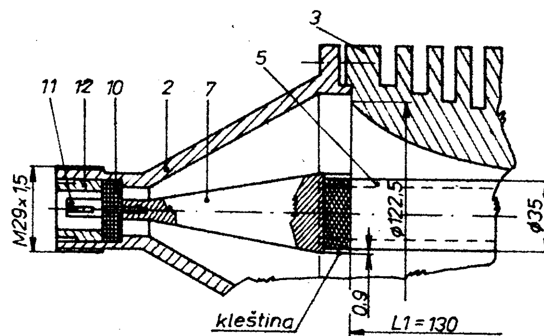
Obr. 8c. Stínítko, poz. 3, materiál dural, 1 ks



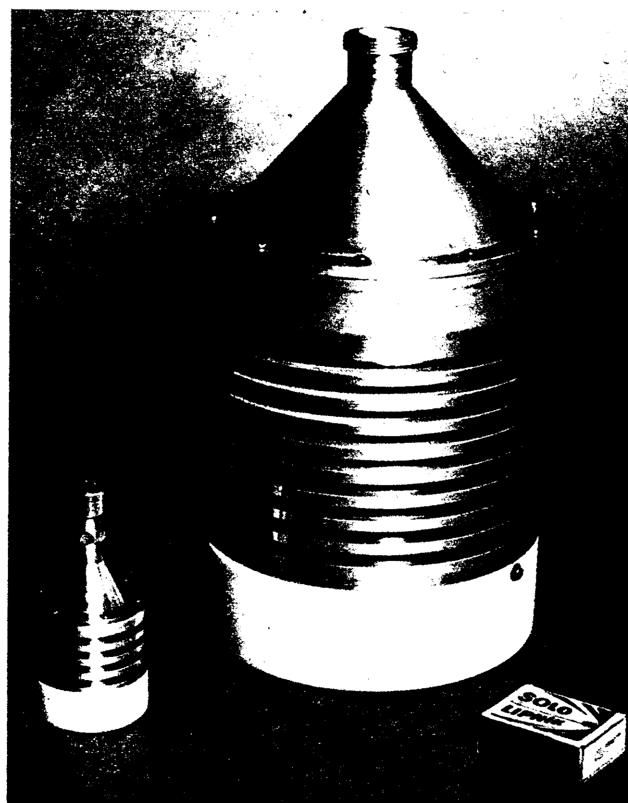
Obr. 8d. Matice, poz. 4, materiál mosaz, 1 ks



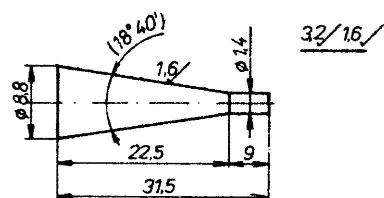
Obr. 8e. Kryt, poz. 6, materiál silon, 1 ks



Obr. 6. Jiný typ umělé zátěže



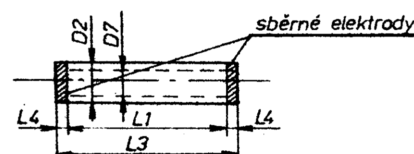
Obr. 7. Celkový pohled na umělé zátěže



Obr. 8f. Střední vodič, poz. 7, materiál mosaz, 1 ks

Tab. 1

Typové označení	Zatížení na vzduchu (W)	Rozměr				
		D_2	D_7	L_4	L_1	L_3
WK 681 08	5	16	8	7,5	60	75
WK 681 09	10	21	12	10	100	120
WK 681 10	25	35	24	15	130	160
WK 681 11	50 a 65	30	20	25	400	450
WK 681 12	100	40	30	25	350	400
WK 681 13	125	60	50	25	400	450



li střední obvod souosého vedení větší než použitá vlnová délka

$$\pi\frac{(D1 + D2)}{2} \geq \lambda \qquad (1)$$

mohou se např. nesymetrií středního vodiče vybudit vyšší vidy vln, které mají rozměr i velikost intenzity el. pole proměnné po obvodu souosého kabelu a výsledné napětí je vektorovým součtem el. pole obou vidů. V těsné blízkosti kritického kmitočtu je impedance vyššího vidu velká a vlnová délka v souosém vlnovodu velká, což obojí způsobuje, že teprve při podstatném překročení kritických rozměrů se vyšší vid může vybudit a nepříznivě ovlivnit impedanci zátěže. Kritický kmitočet odpovídající vlnové délce podle (1) je

$$f_{kr} = \frac{600}{\pi(D1 + D2)} \quad \text{[GHz; mm] nebo [MHz, m]} \qquad (1a).$$

Konstrukční návrh zátěže

Mechanická sestava zátěže je na obr. 2. Vysokofrekvenční napětí je přivedeno konektorem *1* a kuželovým souosým vedením (po celé délce L_2 je Z = 75 Ω), tvořeným pláštěm *2* a středním vodičem *7* na bezindukční rezistor *5* vodivě spojený kleštinou, svíranou maticí *4* se stínítkem *3*. Vyčnívající část rezistoru a kleštinový spoj jsou chráněny krytem *6*.

Pro konstrukci kuželového přechodu válcového vedení platí:

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2} = \frac{\operatorname{tg}\alpha 2}{\operatorname{tg}\alpha 1} \qquad (2)$$

Charakteristická impedance vedení

$$Z = 138 \log \frac{R_3}{R_1} \quad [\Omega; \text{mm}] \qquad (3)$$

a poměr poloměrů (průměrů) pro Z = 75 Ω je roven 3,49. Vztah (2) platí za předpokladu, že se povrchové přímky kuželových ploch sbíhají v bodě „0" — obr. 2a. Hrany přechodů jsou posunuty o vzdálenosti Z_1 a Z_2. V praktickém návrhu jsou přechody pro jednoduchost realizovány podle obr. 2b.

Funkční délce uhlíkové vrstvy L_1 rezistoru *5* odpovídá délka stínítka *3*, jehož vnitřní průměr se mění z D_2 na D_1 (obr. 3) podle exponenciály dané vztahem

$$y = \frac{D_2}{2} \cdot e^{\frac{\ln \frac{D_1}{D_2}}{L_1} \cdot x} \quad \text{[mm]} \qquad (4),$$

kde e — základ přirozených logaritmů ≐ 2,718.

Výběr bezindukčního rezistoru

Měření vyrobených zátěží ukázalo, že lze použít jakýkoli uhlíkový vrstvový rezistor (s kovovou vrstvou) s $R \geq$ 75 Ω bez vybroušené drážky (měrný odpor po délce je vyhovující) nebo použít pro náročnější kritéria speciální vrstvové rezistory s potlačenou indukčností a zaručenou hodnotou měrného odporu, vyráběné k. p. TESLA Lanškroun. Údaje těchto rezistorů jsou v tabulce 1.

Pro větší zátěž (obr. 7) byl použit rezistor WK 681 10 bez úpravy, v menší popisované zátěži je použito běžného typu TR 147 — 100 Ω s následujícími úpravami:

- jedna čepička demontována napilováním;
- druhá čepička zbavena laku, odstraněn axiální vývod a čelo čepičky srovnáno na soustruhu — důležité pro dodržení souososti s protidílem — viz dále;
- čepička potřena roztokem kalafuny v lihu;
- ostrým nožem opatrně odstraněn ochranný lak uhlíkové vrstvy — nedoporučuji smirkování, poruší se uhlíková vrstva;
- konzervace celého rezistoru slabou vrstvou silikonové pasty LUKOSAN M14, M11 nebo silikonovým olejem.

Posouváním drátěné objímky (2 závity o ⌀ 0,3 mm Cu) po uhlíkové vrstvě (obr. 4) zjistíme na takto upraveném rezistoru délku L_1 odpovídající ohmickému odporu 75 Ω. Před každým měřením objímku pečlivě utáhneme (dokonalý kontakt po celém obvodu) a kontrolujeme kolmost k podélné ose rezistoru. Skutečná zatížitelnost bude úměrná zjištěné délce, z níž vypočítáme podle vztahu (4) tvar exponenciály. Jako vyhovující se v praxi u obou zátěží ukázalo počítat hodnotu „y" s přírůstkem hodnoty „x" o 3 mm. V tomto případě byla L_1 = 31,5 mm a D_2 = 8,2 mm. Vypočítané hodnoty „y" jsou v tabulce 2.

Tab. 2

x	y
0	4,1
3	4,6
6	5,2
9	5,9
12	6,6
15	7,4

x	y
18	8,4
21	9,4
24	10,6
27	11,9
30	13,5
31,5	14,3

Výroba ostatních dílů

Všechny díly jsou vyrobeny na soustruhu podle výkresů, svrtány a opatřeny závitem. Za zmínku stojí způsob opracování vnitřního tvaru stínítka *3*. Po provrtání ⌀ 8,2 mm byl ostatní materiál odebírán stupňovitě podle vypočítaných souřadnic. Konečného tvaru bylo dosaženo odškrabáváním (trojhrannou škrabkou — „šábrem") za rotace a smirkováním — snažíme se vyrobit co nejhladší povrch. Během této operace byl tvar kontrolován šablonou (obr. 5), vyrobenou z organického skla pilováním podle narýsované souřadnicové sítě. Pro lepší optickou kontrolu je šablona v tvarové části zeslabena viz řez A — A.

Montáž sestavy — obr. 2

Všechny díly mimo rezistoru *5* odmastíme. Pocínujeme čelo čepičky rezistoru a čelo dílu *7*. Ve svislé poloze oba spájíme tak, aby byly souosé. Odstraníme přebytečnou pájku, očistíme, roztokem kalafuna — líh potřeme ⌀ 1,4 pro pájení do konektoru *1* a konzervujeme. Sestavu — rezistor *5* a vodič *7* vsuneme do kleštiny stínítka *3*, které jsme před tím nakonzervovali. Rezistor *5* ustavíme v kleštině do takové polohy, která odpovídá hodnotě 75 Ω (kleština sevřena maticí *4*) — kontrolujeme souosost. Pokud jsme pracovali pečlivě, je aktivní délka rezistoru stejná s délkou zjištěnou prvním měřením podle obr. 4 (malé rozdíly ± 0,5 mm se prakticky neprojeví). Dále připravíme plášť *2* pocínováním čelní plochy pro připájení konektoru *1*, připájíme upravený konektor WK 41101/75 Ω, odstraníme v otvoru a na povrchu přebytečnou pájku a konzervujeme vnitřní plochy. Pomocí šroubů *8* smontujeme stínítko *3* s pláštěm *2* a připájíme střední vodič *7* ke střednímu vodiči konektoru. Připevníme kryt *6* šrouby *9*. Tím je montáž ukončena.

Druhá zátěž (obr. 6) je konstruována podle stejných zásad. Rozdíl je ve spojení středního vodiče *7* s rezistorem *5*. Spoj není pájen, ale proveden jako kleštinový (prstenec rozřezán na 8 dílů). Vzniklé polosegmenty jsou před montáží napruženy pro dokonalý kontakt se sběrnou elektrodou rezistoru *5*. Všechny díly jsou před montáží konzervovány. Konektor je součástí pláště *2*. Dalšími díly jsou teflonový izolátor *10*, kleština *11* a vložka *7*. Při konstrukci konektoru dbáme na dodržení impedance ve všech jeho průměrech. Impedance vedení s dielektrickou konstantou je

$$Z = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon r}} \log \frac{R_3}{R_1} \quad (\Omega; \text{mm}) \qquad (5).$$

Pro teflon je $\frac{R_3}{R_1} \doteq 5{,}8$ (Z = 75 Ω)

Závěr

Žádný z uvedených vzorců (1, 1a, 3, 4, 5) mimo (2) nemá obecnou platnost. Jejich tvary jsou upraveny pro uvedené konstrukce.

Obě zátěže byly kontrolovány ve spojení s reflektometrem podle [1], jehož měrné vedení bylo vyrobeno jako válcové s přechody podle obr. 2a. Na kmitočtu 1296 MHz/0,3 W bylo naměřeno ČSV = 1,05. I když je vypočítaný teoreticky použitelný kmitočet (f_{kr}) u větší zátěže 1214 MHz, fungovala zcela normálně. Domnívám se, že naopak u malé zátěže bude max. kmitočet (f_{kr} = 5,19 GHz) omezen vlastnostmi použitého konektoru, relativně většími nepřesnostmi výroby a nehomogenitou uhlíkové vrstvy. Výsledky dosažené amatérskými prostředky jsou i tak velice dobré a konstrukce snadno reprodukovatelné.

Všem, kteří se rozhodnou vyrobit zátěž podle uvedených doporučení, přeji hodně zdaru a jsem přesvědčen, že odměnou za vynaloženou námahu a prostředky jim bude nejen hlubší pohled do problematiky impedančního přizpůsobení koncového stupně vysílače k anténě, ale v mnoha případech i zvýšení vyzářeného vf výkonu — hlavně na vyšších pásmech VKV.

Literatura:

[1] *OK1VCW* — Reflektometr pro VKV. VKV technika 1965.

[2] *Valitov, R. A. — Sretenskij, V. N.* — Radiotechnická měření při velmi vysokých kmitočtech.

[3] *Eichler, J. a kol.* — Elektronická měření.

Lektoroval RNDr. Ladislav Kryška, CSc.

TESLA ELTOS
oborový podnik